

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden

86. Jahrgang

10. Januar 1931

Heft 1/2

Fachheft:

Die Rationalisierung des Verschiebebahnhofs Dresden-Friedrichstadt.

Vorwort.

Von Dr.-Ing. e. h. Kluge, Präsident der Reichsbahndirektion Dresden.

Der Gedanke, in einem Sonderheft alle Untersuchungen, Verbesserungen und Erfahrungen zusammenzufassen, die bei dem Umbau eines Verschiebebahnhofs auftreten, erscheint mir durchaus begrüßenswert. Wenn dazu als Beispiel der Bahnhof Dresden-Friedrichstadt ausgewählt wurde, so hat dies zahlreiche und triftige Gründe. Einmal ist dieser 1891—1893 gebaute Verschiebebahnhof als Muster eines Gefällsbahnhofs in den Fachschriften des In- und Auslandes eingehend behandelt worden, so daß die nachstehend veröffentlichten Arbeiten für einen großen Leserkreis von Bedeutung sein dürften. Zum anderen war der Bahnhof Dresden-Friedrichstadt in der Nachkriegszeit mehrere Jahre hindurch das Schmerzenskind des Reichsbahndirektionsbezirks Dresden, da von ihm Stockungen ausgingen, die sich weit über den engeren Dresdener Bereich hinaus empfindlich bemerkbar machten. Diese Schwierigkeiten waren auf die Überbelastung der unzulänglich gewordenen Anlagen dieses seit seiner Erbauung fast unverändert gebliebenen Bahnhofs zurückzuführen, wurden aber — in Verkennung der wahren Gründe — dem System des Gefällsbahnhofs in die Schuhe geschoben. Ein Blick auf den Stadtplan zeigt, daß die Lage des Bahnhofs im Ausdehnungsbereiche einer Großstadt und die aus diesem Grunde immer stärker verdichtete Bebauung es nicht gestatteten, an den äußeren Grenzen etwas zu ändern; der innere Ausbau blieb die einzige Möglichkeit. Durch Verbesserungen, die sich auf genaue betriebswissenschaftliche Untersuchungen stützten und hauptsächlich auf eine günstigere Betriebsführung abzielten, sind zahlreiche Schwierigkeiten mit verhältnismäßig geringen Kosten beseitigt worden. Der Ausbau des Bahnhofs Dresden-Friedrichstadt war ein Erfolg. Daß er es werden konnte, ist dem vorbildlichen Zusammenarbeiten von Theorie und Praxis, von Betriebswissenschaft, Rangiertechnik und Elektrotechnik zu danken, wobei sich Bauingenieure, Maschineningenieure und Architekten die Hand reichten. Nicht zuletzt hat auch die tatkräftige Mithilfe der Bahnhofsleitung und der gesamten Belegschaft zu dem Erfolge beigetragen.

Ich wünsche dem Sonderheft des Organs die rege Aufmerksamkeit eines weiten Leserkreises.

Inhaltsverzeichnis:

| | Seite | | Seite |
|--|-------|--|-------|
| Vorwort. Von Dr. Ing. e. h. Kluge, Präsident der Reichsbahndirektion Dresden | 1 | Die selbsttätige Weichenstellanlage im Ablaufbetrieb. | |
| Eigenart der Aufgaben des Verschiebebahnhofs Dresden-Friedrichstadt. (Zur Einführung.) Von Pokorny, Direktor bei der Reichsbahn, Reichsbahndirektion Dresden | 2 | 1. Teil. Zustand vor der Rationalisierung. Grundlagen für die selbsttätige Weichenstellanlage. Erfahrungen. Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Frohne, Reichsbahndirektion Dresden | 51 |
| Betriebswissenschaftliche Untersuchungen. Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Frohne, Reichsbahndirektion Dresden | 4 | 2. Teil. Die technische Durchbildung der selbsttätigen Weichenstellanlage. Von Reichsbahnoberrat Rudolf Lehmann, Reichsbahndirektion Dresden | 56 |
| Sicherheitseinrichtungen und Fernmeldeanlagen. Von Reichsbahnoberrat Rudolf Lehmann, Reichsbahndirektion Dresden | 30 | Die Seilablaufanlage. | |
| Der Ablauf mit Rangierzettel. Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Frohne, Reichsbahndirektion Dresden | 36 | 1. Teil. Betriebliche Grundlagen und allgemeine Beschreibung. Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Frohne, Reichsbahndirektion Dresden | 60 |
| Lichttechnische Sonderausführungen. Von Reichsbahnoberrat E. Besser, Reichsbahndirektion Dresden | 38 | 2. Teil. Die maschinentechnischen Einrichtungen der Seilablaufanlage. Von Ing. J. Dietrich, Reichsbahndirektion München | 68 |
| Ablauf mit veränderlichem Ablaufpunkt. Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Frohne, Reichsbahndirektion Dresden | 41 | 3. Teil. Die elektrotechnischen Einrichtungen der Seilablaufanlage. Von Reichsbahnrat Seltmann, Reichsbahndirektion Dresden | 78 |
| Ablaufdynamische Untersuchungen des veränderlichen Ablaufpunktes. Von Reichsbahnbaumeister Massute, Reichsbahndirektion Dresden | 46 | Das Seil im Eisenbahnbetrieb. Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Baseler, Reichsbahndirektion München | 83 |

Eigenart der Aufgaben des Verschiebebahnhofs Dresden-Friedrichstadt.

(Zur Einführung.)

Von Direktor bei der Reichsbahn **Pokorny**, Dresden.

Der Freistaat Sachsen bildet mit dem östlichen Teile Thüringens ein einheitliches Wirtschaftsgebiet. Seine Bedeutung für das deutsche Wirtschaftsleben ist ebenso bekannt, wie die der Ruhr. Zur Befriedigung der Bedürfnisse dieses Wirtschaftsgebietes ist trotz der Kraftwagen (am 1. Januar 1929 155000 Lastkraftwagen in Deutschland) und trotz Fernübertragung von Naturkräften in Gestalt elektrischen Stromes oder, wahrscheinlich schon in naher Zukunft auch bei uns, von Gas und flüssiger Kohle, immer noch die Eisenbahn das alle anderen weit überragende Verkehrsmittel, weil sie mit ihrem dichten, vielfach verzweigten Netze und ihren zahlreichen Privatgleisanschlüssen alle irgendwie in Betracht kommenden Erzeugungs- und Verbrauchsstellen durch Heranführen der Rohstoffe und Verteilen der Halb- und Fertigwaren am wohlfeilsten, vielfach auch am schnellsten bedient, wenn man die durchschnittlichen Frachtkosten und die Transportweiten berücksichtigt.

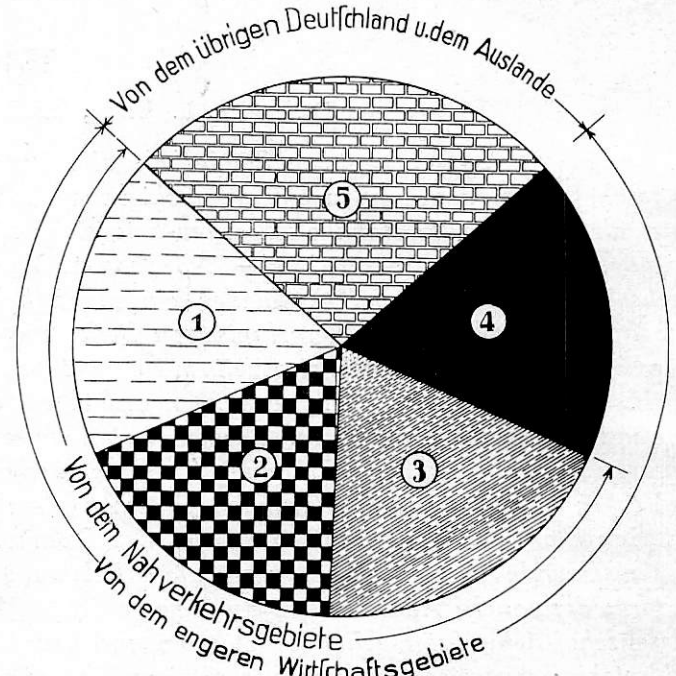
Die bestmögliche Ausnutzung dieses hochwertigen Verkehrsmittels durch zweckvollste und wirtschaftlichste Ausgestaltung aller Beförderungsmöglichkeiten, also durch straffste Organisation des Betriebsdienstes ist deshalb unerlässlich. Eine wohlgedachte, praktische Grenzen berücksichtigende Organisation ist am nötigsten in den Hauptbrennpunkten des Betriebes, d. s. die großen Personen- und Verschiebebahnhöfe, die einerseits die Abreise, den Umsteigeverkehr und die Ankunft großer Massen von Reisenden, andererseits die Zusammenfassung der aus verschiedenen Gegenden kommenden Güterwagen und ihre Einordnung in die ihrem Zielgebiete zustrebenden Güterzüge ermöglichen.

Ein solcher Brennpunkt für den Güterverkehr im östlichen Teile Sachsens ist der links der Elbe im Dresdner Ortsteile Friedrichstadt liegende große Verschiebebahnhof Dresden-Friedrichstadt. Dieser Bahnhof hat, wie alle anderen großen Verschiebebahnhöfe, Ablauf-, Richtungs-, Stationsordnungs- und Ausfahr Gleise. Er weicht von der Regel etwas ab, weil er besondere, durch Schlepplgleise mit den Ablaufgleisen verbundene Einfahr Gleise besitzt und eine Abrollanlage mit Schwerkraftbetrieb bildet, indem die Auflösung und Bildung der Güterzüge nicht durch Abdrücken der zu zerlegenden Züge oder Wagengruppen mit Hilfe von Lokomotiven erfolgt, sondern ausschließlich durch die jedem Wagen innewohnende Schwerkraft geschieht. Zu diesem Zwecke liegen alle Gleise mit Ausnahme der Ein- und Ausfahrgruppen in einem durchgehenden Gefälle von 1:100, auf dem die Wagen von Gleisgruppe zu Gleisgruppe, also von den Ablaufgleisen nach den Richtungsgleisen, von diesen nach den Stationsordnungsgleisen und von da nach den Ausfahr Gleisen laufen. Die Zahl der auf diesem Bahnhöfe täglich behandelten Wagen hängt natürlich von der Verkehrsstärke ab. Sie schwankt etwa zwischen 3500 und 4700 und hat in einem Falle, am 29. September 1928, die für eine einseitige Anlage mit nur halbzuglangen Ablaufgleisen stattliche Höhe von 5061 als Spitzenleistung erreicht. Über die Herkunft und die Ziele dieser Wagen sind gelegentlich Stichproben gemacht worden. So sind am 15., 16., 23. und 24. November 1928 die Eingänge und Ausgänge gezählt worden, wobei sich ergeben hat, daß im Tagesdurchschnitt 4195 Wagen angekommen sind. Von diesen gingen ein (Abb. 1):

a) 3082 Wagen vom engern Wirtschaftsgebiete, d. h. von den Verkehrsstellen des Reichsbahndirektionsbezirks und von den nicht zur Reichsbahndirektion Dresden gehörenden sächsischen Bahnhöfen in und bei Leipzig,

b) 1113 Wagen vom übrigen Deutschland und dem Auslande.

Von den unter a genannten Wagen kamen 756 von den Zusatzanlagen des Bahnhofs selbst (Ladestraßen, Güterschuppen, Umladehalle, Bahnbetriebswerk, Privatanschlußgleise, Reichsbahn-Ausbesserungswerk), 749 von allen Ortsgüterbahnhöfen und Bahndienstanlagen Groß-Dresdens, außer Dresden-Friedrichstadt, nämlich von Dresden-Altstadt, Dresden König Albert-Hafen mit Schlachthof und Elbufer Altstadt, Dresden-Reick, Dresden-Neustadt mit Elbufer Dresden-Neustadt, 679 von der nächsten, mit Groß-Dresden wirtschaftlich am engsten verbundenen Umgebung, d. s. alle



| | | | | | |
|---|--|------------|---------------------------------|---|-----------------------|
| 1 | Zusatzanlagen von Dresden-Friedrichstadt | 756 | Nahverkehrsgebiet 2184 = 52% | Engeres Wirtschaftsgebiet 3082 = 73% | Gesamteingang 4195 |
| 2 | Übrige Bahnhöfe von Groß-Dresden | 749 | | | |
| 3 | Vorortgebiet | 679 | | | |
| 4 | Übriger Teil vom engeren Wirtschaftsgebiet | 898 = 21% | | | |
| 5 | Übriges Deutschland und Ausland | 1113 = 27% | | | |

Abb. 1.

Wageneingang in Dresden-Friedrichstadt (im Tagesdurchschnitt)

Bahnhöfe und Bahndienstanlagen des Personen-Vorort-Verkehrsbereiches von Dresden (bis Pirna, Tharandt, Meißen, Weinböhla, Arnsdorf).

Von diesen 4195 Wagen waren bestimmt (Abb. 2):

a) 3044 für das engere Wirtschaftsgebiet und,

b) 1151 für das übrige Deutschland und das Ausland.

Von den Wagen für das engere Wirtschaftsgebiet gingen 787 nach den Zusatzanlagen von Dresden-Friedrichstadt, 704 nach Bahnhöfen und Bahndienstanlagen Groß-Dresdens, 567 nach dem Vorortgebiete.

Aus dieser Aufstellung geht hervor, daß etwa die Hälfte der zu verarbeitenden Wagen, nämlich 52 und 49 v. H. vom

Nahverkehrsgebiet (Zusatzanlagen von Dresden-Friedrichstadt, übrige Bahnhöfe Groß-Dresdens und Bahnhöfe des Vorortgebietes) kommen und nach ihm gehen, daß weitere 21 und 24 v. H. auf das engere Wirtschaftsgebiet ohne Nahgebiet und nur 27 und 27 v. H. auf das übrige Deutschland und das Ausland entfallen. In erster Linie ist also das Nahgebiet mit seinen zahlreichen Verkehrsstellen (Bahnhöfen, Ladestellen, Privatgleisanschlüssen, Übergabestellen an die Straßenbahn) zu bedienen.

von den Geschäftszeiten abhängig, in denen auf den Verkehrsstellen der näheren und weiteren Umgebung die Wagenladungen und Stückgüter von den Verkehrtreibenden behandelt werden. Im allgemeinen geschieht das in den Vor- und Nachmittagsstunden. In der Nacht und in der Mittagszeit ist Ruhe. Das Ladegeschäft darf also in den Vor- und Nachmittagsstunden nicht gestört werden. Die Zu- und Abfuhr von Wagen von und nach Dresden-Friedrichstadt kann demnach nur in der Nacht und tagsüber insoweit erfolgen, als Ladegleise und Güter-

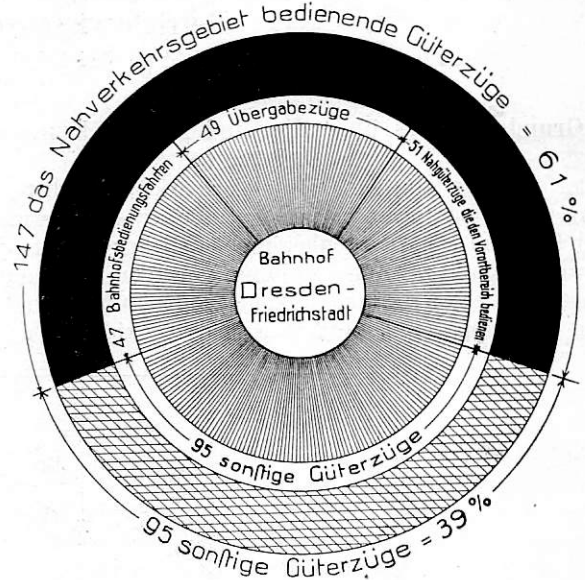
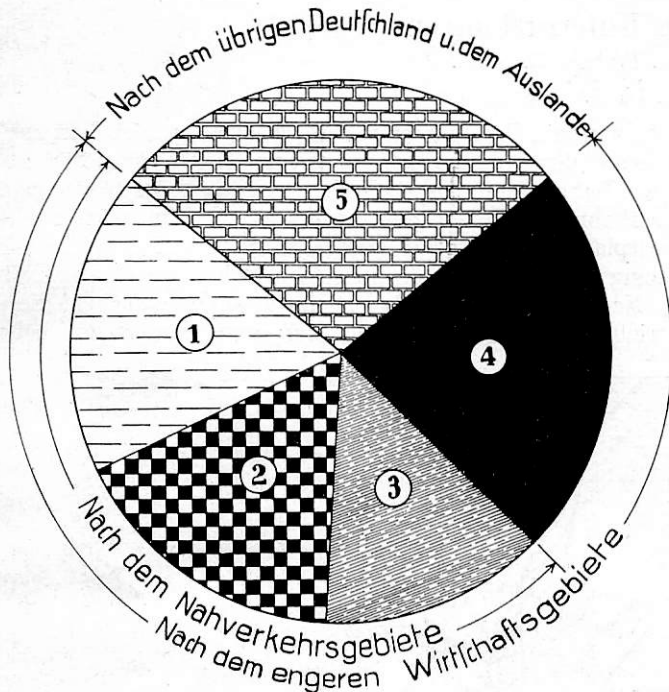


Abb. 3. Güterzugverkehr nach und von Dresden-Friedrichstadt (im Tagesdurchschnitt).

| | | | | | |
|---|---|-------------|-------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Zusatzanlagen von Dresden-Friedrichstadt | 787 | Nahverkehrsgebiet 2058=49% | Engeres Wirtschaftsgebiet 3044=73% | Gesamt- ausgang 4195 |
| 2 | Übrige Bahnhöfe von Groß-Dresden | 704 | | | |
| 3 | Vorortgebiet | 567 | | | |
| 4 | Übriger Teil vom engeren Wirtschaftsgebiete | 986 = 24 % | | | |
| 5 | Übriges Deutschland und Ausland | 1151 = 27 % | | | |

Abb. 2.

Wagenausgang aus Dresden-Friedrichstadt (im Tagesdurchschnitt).

Diesen Bedürfnissen passen sich die baulichen und betrieblichen Verhältnisse des Bahnhofs in der Grundrißgestaltung, dem Güterzugfahrplane und dem Wagenübergangsplane nach Möglichkeit an. Der Notwendigkeit, zahlreiche Gruppen von oft wechselnder Stärke zu bilden, ist bei der Anlage dadurch Rechnung getragen worden, daß besonderer Wert auf eine möglichst einfache stationsweise Ordnung mit Hilfe zahlreicher Sortiergleise gelegt worden ist. Der Güterzugfahrplan sieht von 242 ankommenden und abgehenden Zügen 147 oder 61 v. H. für Bahnhofsbedienungsfahrten, Übergabezüge und solche Nahgüterzüge vor, die den Vorortbereich entweder ausschließlich oder bei der Durchfahrt nach und von fernerer Zielen bedienen (Abb. 3). Auch der Wagenübergangsplan ist sinngemäß gebildet worden.

Da Dresden-Friedrichstadt weniger Umstellbahnhof für Frachten von Linie zu Linie ist als Versandsammel- und Empfangsverteilungsbahnhof, ist seine Betriebsweise erheblich

schuppen in der Mittagspause bedient werden können. Dadurch ergibt sich die Notwendigkeit zeitweiliger Aufspeicherung der Nahgebietsfrachten, entweder auf Wartgleisen der Nahgebietsbahnhöfe oder in Dresden-Friedrichstadt selbst. Wartgleise sind im allgemeinen nicht vorhanden; auch ist ihre Herstellung wegen der bis unmittelbar an den Bahnhof heranreichenden Bebauung wirtschaftlich fast überall so gut wie ausgeschlossen. Sie würde übrigens einer beschleunigten Abwicklung des Verkehrs auch keine Vorteile bieten. Es kann deshalb nur das Sammeln in Dresden-Friedrichstadt selbst in Frage kommen. Dadurch werden aber die Durchschnittsziffern des Wagenübergangsplanes ungünstig, und bei flüchtiger Betrachtung, etwa einem Vergleiche mit anderen Verschiebebahnhöfen, die vorwiegend Umstellzwecken dienen, könnte der ganze folgerichtig aufgebaute und die Betriebsweise des Bahnhofs berücksichtigende Wagenübergangsplan falsch erscheinen. Wenn außerdem noch infolge geringen Aufkommens von Fernfrachten die Zahl der auf weite Entfernungen fahrenden Durchgangsgüterzüge gering ist und deshalb mit diesen Zügen abrollende Wagen ebenfalls verhältnismäßig lange warten müssen, so kann eine weitere Verschärfung eines ungünstigen Eindruckes hervorgerufen werden, ohne daß Grund dafür vorhanden wäre, weil ja der Verkehr seinen Bedürfnissen entsprechend bedient wird.

Auch in einer anderen Beziehung nimmt Dresden-Friedrichstadt eine gewisse Ausnahmestellung ein. Bei ihm überwiegen nach vorstehendem bei weitem die Wagen des engeren Wirtschaftsgebietes. Bei willkürlichen oder unwillkürlichen Eingriffen in die Betriebsvorgänge wird daher dieses Gebiet in erster Linie die Folgen tragen müssen. Beeinträchtigungen des übrigen Deutschlands sind dagegen erheblich geringer. So günstig das einerseits ist, so wirkt es sich doch insofern nachteilig aus, als Entlastungsmaßnahmen durch Bahnhöfe anderer Reichsbahndirektionen nur in recht geringem Um-

ausgeführt worden. Diese Zahl erscheint vielleicht hoch, und doch stellt sie bei weitem nicht die Endsumme der erforderlichen Untersuchungsarbeit dar. Nichts ist für die weitere Entwicklung der Arbeits- und Zeitstudien im Eisenbahnbetriebsdienste hemmender als die Ansicht, daß es möglich sein könnte, durch eine einmalige Untersuchungsreihe das Wesen und die Aufgaben des Rangierdienstes auf einem großen Bahnhof zu erfassen. Fast täglich treten Änderungen in der Belastung, in der Personalbesetzung, in der Zuglage, in den Witterungsverhältnissen usw. ein, die immer wieder beweisen, daß die Eisenbahnbetriebsarbeit mit der sich immer unter gleichen Verhältnissen vollziehenden Fabrikarbeit nicht vergleichbar ist. Dieser Wechsel in den Voraussetzungen kann früher gezogene Schlüsse unrichtig machen, ja er kann sogar dazu führen, daß bestimmte Rationalisierungsmaßnahmen zur Unvernunft werden. Es ist deswegen für einen dauernden Erfolg unbedingte Voraussetzung, daß die betriebswissenschaftliche Umstellung eines Bahnhofs nicht als eine einmalige Aufgabe angesehen wird, genau so wenig, wie ein Arzt, der einen kranken Körper geheilt hat, die Gewähr dafür übernehmen kann, daß der erreichte Gesundheitszustand von unbegrenzter Dauer ist. Jeder lebendige Organismus — und der Eisenbahnbetriebsdienst stellt unbedingt einen solchen dar — ist eben dauernden Veränderungen unterworfen. Das einzige, was unverrückbar feststeht, ist das Endziel: Den Gesamtbetrieb so wirtschaftlich als möglich zu gestalten. Dieses Ziel wird erreicht, wenn die Leistungen des ganzen Bahnhofs soweit als möglich gesteigert und die Gesamtausgaben soweit als möglich verringert werden; wenn der Wagenumlauf beschleunigt, die Sicherheit erhöht und die Arbeitsfreudigkeit des Personals gehoben wird. Es kann unnötig erscheinen, auf diese Punkte nochmals hinzuweisen, aber Erfahrungen aus der Praxis lassen erkennen, daß an vielen Stellen zum mindesten eine starke Einseitigkeit in der Behandlung rangiertechnischer Fragen Platz gegriffen hat. Das Hauptinteresse beschränkt sich noch immer auf einzelne bestimmte Teilgebiete, die im Vergleich zu anderen bereits genügend umgestellt und verbessert sind. Das Optimum der Betriebsführung läßt sich jedoch nicht dadurch erreichen, daß einzelne Betriebshandlungen, so z. B. der Ablauf der Wagen über die Ablauframpe, auf Grund tiefgründiger wissenschaftlicher Untersuchungen bis aufs höchste verfeinert werden, während andere Gebiete vollkommen unbeackert bleiben und noch die gleiche primitive Betriebsführung früherer Jahrzehnte aufweisen. Endgültige Erfolge lassen sich nur in langsamer stetiger Arbeit dadurch erreichen, daß der Stand der Arbeitsausführungen an allen Stellen des Bahnhofs gleichmäßig gehoben wird und daß vor allem die Bahnhofsleitung und die im Außenbetriebe maßgebenden Rangiermeister wirtschaftlich erzogen und soweit betriebswissenschaftlich geschult werden, daß sie von sich aus genügend Urteilskraft über die Zweckmäßigkeit oder Schädlichkeit bestimmter Arbeitshandlungen besitzen.

In Verfolg dieser Überlegungen wurde für Dresden-Friedrichstadt (vergl. Lageplan, Abb. 1, Taf. 1) angestrebt, möglichst alle Hauptgebiete des Rangierbahnhofs betriebswissenschaftlich zu untersuchen. Selbstverständlich blieb dabei Voraussetzung, daß die Untersuchungen zunächst an den Betriebspunkten einsetzen, an denen die meisten Schwierigkeiten auftraten, und daß dann die Arbeitsvorgänge behandelt wurden, die die Hauptkosten verursachten. Aus diesem Grunde wurde zunächst ein Personalbesetzungsplan aufgestellt (vergl. Taf. 2), der aus einem Lageplan und einer Dienstpostenzusammenstellung besteht. Hieraus läßt sich die Besetzung und der Arbeitsplatz der einzelnen auf den Verschiebedienst einschließlich des hierzu gehörigen Stellerei- und sonstigen Dienstes zu verrechnenden Dienstposten erkennen;

außerdem zeigt die Zusammenstellung, wie sich das gesamte Betriebspersonal des Außendienstes auf die Hauptarbeitsgebiete verteilt. Aus ihr wurden dann die Kostenberechnungen entwickelt*); näheres hierüber s. Abschnitt II bis VI.

Dieser Personalbesetzungsplan, der später auch für die übrigen großen Bahnhöfe des Bezirks aufgestellt wurde, hat sich gut eingeführt, da er einen sofortigen Überblick über die Personalverwendung gibt und die Betriebspunkte erkennen läßt, an denen die Hauptkosten entstehen.

Es ist natürlich im Rahmen des zur Verfügung stehenden Platzes nicht möglich, ein Bild von der gesamten betriebswissenschaftlichen Arbeit zu geben. Nur einige, für das Wesen des Bahnhofs Dresden-Friedrichstadt besonders charakteristische Untersuchungen können hervorgehoben werden. Trotzdem soll versucht werden, die einzelnen Teilgebiete des Bahnhofs so zu schildern, daß die Durchführung des Betriebs vor der Rationalisierung, die Hauptaufgaben und -ergebnisse der betriebswissenschaftlichen Untersuchungen, die Vor- und Nachteile der vorhandenen Anlagen und die Betriebsführung nach der Umstellung ohne weiteres klar werden.

Als Hauptergebnis der Untersuchungen sei die Erkenntnis vorweg genommen, daß für Gefällsbahnhöfe — vielleicht sogar für alle Verschiebebahnhöfe — die straffste Durchführung der Grundsätze der Fließarbeit — regelmäßiger Abfluß der Wagen bei mäßigen Geschwindigkeiten, Vermeiden jeder gegenläufigen Bewegung — die Voraussetzung für eine Steigerung der Leistungsfähigkeit und für eine wirtschaftliche Betriebsführung ist.

II. Die Einfahrgruppe.

A. Zustand vor Beginn der Rationalisierung (1925).

1. Schilderung der Betriebsvorgänge.

Die Einfahrgruppe besteht aus 16 Einfahrgleisen von 515 bis 645 m Länge. Sie erhält ihren Zufluß von vier Seiten, und zwar münden ein:

auf der Ostseite:

- a) aus südlicher Richtung: Linie Bodenbach—Dresden mit Nebenlinien (Tschechoslowakei usw.), Linie Dresden—Chemnitz mit Nebenlinien (Westsachsen, Bayern), Verbindungsbahn nach Bahnhof Dresden-Altstadt;
- b) aus nördlicher Richtung: Linie Görlitz—Dresden mit Nebenlinien (Ostsachsen, Schlesien), Verbindungsbahn nach Bahnhof Dresden-Neustadt;

auf der Westseite:

- a) aus westlicher Richtung: Linie Dresden—Elsterwerda (Norddeutschland), Linien Leipzig—Riesa/Döbeln—Dresden mit Nebenlinien (Westsachsen, Nord-, Mittel- und Süddeutschland);
- b) aus nördlicher Richtung: Verbindungsbahn nach dem König Albert-Hafen, Elbufer, Schlachthof und Ortsgüterbahnhof.

Für diese vier Richtungen sind getrennte Einfahrten in entsprechende Abschnitte der Einfahrgruppe vorhanden, wobei für die von Osten einfahrenden Züge die Möglichkeit einer wechselseitigen Benutzung aller Gleise besteht. Das Bahnbetriebswerk, in dem auch die Packwagen hinterstellt werden, liegt auf der Ostseite des Bahnhofs.

In der Einfahrgruppe wird die gesamte verkehrliche, technische und betriebliche Eingangsbehandlung durchgeführt. An beiden Enden sind Zugabfertigungen vorhanden, die gleichzeitig Ein- und Ausgangsabfertigungen sind; ihre Verbindung wird durch Boten hergestellt. Die Aufenthaltsräume für das

*) Das hier seit 1925 angewendete Verfahren geht also von ähnlichen Voraussetzungen aus, wie sie von Reichsbahndirektionspräsident Marx, Essen, in der Verkehrstechnischen Woche 1927, Heft 41 und 42 „Eisenbahnfragen des Ruhrgebiets“ entwickelt worden sind.

Personal der wagen- und bremstechnischen Eingangsuntersuchung und für die Kuppler sowie auch für das in der Einfahrgruppe tätige Rangierpersonal liegen am Westende der Einfahrgruppe.

Die betriebliche Eingangsbehandlung bestand bei Beginn der Untersuchungen neben dem Umbilden der Einfahrzüge zu Schleppfahrten von etwa 320 m Länge im Trennen der Bremsleitungen im luftgebremsten Zugteile und Einhängen der Notkupplungen für die Schleppfahrt (Steigung 1:70 bis 1:80). Erst nach vollständiger Ausrüstung des Wagenparks mit der Kunze-Knorr-Bremse, etwa von 1927 an, wurden die Züge unter Verwendung der durchgehenden Druckluftbremse geschleppt; nur die Übergabezüge wurden weiter mit handbedienten Bremsen gefahren.

Die seit langem bekannten Mängel der Einfahrgruppe bestehen am Ostkopf vor allem in der schienengleichen Kreuzung der Güterzugseinfahrten mit den Personenzugausfahrten (Vorortlinie Dresden—Cossebaude), in der schienengleichen Kreuzung der aus der südlichen Richtung einfahrenden mit den nach der nördlichen Richtung ausfahrenden Zügen, in der nicht ausreichenden Länge der Einfahrgleise namentlich für die aus Richtung Bodenbach mit 150 Achsen ankommenden Züge und in dem starken Rangierverkehr für das Umsetzen der vorzugsweise zu behandelnden dringenden Wagen (ortsüblich „Spitzenwagen“ genannt). Hierzu kommt noch, daß für die aus beiden Haupteinfahrrichtungen Osten und Westen ankommenden Zuglokomotiven nur z. T. besondere Verkehrsgleise nach dem Bahnbetriebswerk vorhanden sind (Gleis 18 für die Lokomotiven der von Osten kommenden Züge). Die nach dem Bahnbetriebswerk fahrenden Lokomotiven müssen am Ostkopf des Bahnhofs das eine Personenzughauptgleis mit benutzen, auf dem außerdem auch noch die Lokomotivfahrten der nach Westen ausfahrenden Züge liegen. Hierbei kreuzen sie schienengleich sämtliche Ausfahrten in östlicher Richtung. Die Lokomotiven erleiden an diesem Punkt bei starkem Verkehr regelmäßig erhebliche Verspätungen. Am Westkopf bereitet vor allem die außerordentlich starke Belegung der Weichenstraße durch Einfahrten, durch die gesamten Schleppfahrten nach dem Ablaufberg, durch die zurückfahrenden Schlepplokomotiven, durch die nach dem Bahnbetriebswerk fahrenden Zuglokomotiven und durch den sehr starken Rangierverkehr (Umbildung der Einfahrzüge zu Schleppfahrten von beschränkter Länge und Umsetzen der Spitzenwagen) große Schwierigkeiten.

2. Die Kosten der Eingangsbehandlung.

Aus Spalte 4 der Dienstpostenzusammenstellung im Personalbesetzungsplan sind die Personalköpfe und Rangierlokomotivstunden zu ersehen, die in der Einfahrgruppe eingesetzt wurden. Unter Verwendung der im Durchschnitt auf einen Kopf und eine Lokomotivstunde entfallenden Einheitskostensätze der Wirtschaftsstatistik für Verschiebebahnhöfe errechneten sich die täglichen Gesamtaufwendungen in der Einfahrgruppe, wie aus der Zusammenstellung 1, Seite 7 ersichtlich ist, zu rund 940 *R.M.*

Die Verteilung dieser Kosten auf die verschiedenartigen Leistungen, die in der Einfahrgruppe auszuführen sind, ist verhältnismäßig schwierig. Auf Grund einer Arbeitszeitaufnahme, bei der sämtliche Rangier- und Untersuchungskolonnen sowie Lokomotiven gleichzeitig erfaßt wurden, ergaben sich für einen bestimmten Tag folgende Kosten (abgerundet):

| | |
|---|-------------------|
| a) Technische Eingangsuntersuchung . . . | = 465 <i>R.M.</i> |
| b) Umsetzen von 205 Vorzugswagen . . . | = 120 „ |
| c) Umbilden von 42 Einfahrzügen zu Schleppfahrten | = 90 „ |
| d) Begleiten von Zugführerwagen | = 75 „ |
| e) Zugfahrten und sonstige Arbeiten | = 190 „ |
| | <hr/> |
| | = 940 <i>R.M.</i> |

Auf die Berechnung der Kosten je Einheit und die hieraus abgeleiteten Untersuchungen zur Verminderung der Kosten wird z. T. im nächsten Abschnitt näher eingegangen werden.

B. Die betriebswissenschaftliche Untersuchung der Einfahrgruppe *).

Die Untersuchungen erstrecken sich in der Hauptsache auf die Belegung der einzelnen Gleise, auf die Aufenthaltsdauer der Einfahrzüge bis zum Abschleppen (die „Vorzeit“), auf das Bilden der Schleppzüge und auf die Behandlung der Vorzugswagen.

Die Aufenthaltsdauer der Einfahrzüge ist abhängig von der Zahl, Bündelung und Stärke der Züge, von der Dauer der Eingangsbehandlung und vom Abschleppen. Das Ergebnis der Untersuchungen ist in Abb. 2 a und b dargestellt **); Bild A bringt die in den einzelnen Stunden eines Tages eingegangenen Züge, Bild B die Anzahl der stündlich eingegangenen Wagen. Bild C zeigt die durchschnittliche Gesamtaufenthaltsdauer eines Wagens, unterteilt in die Wartezeit nach der Einfahrt auf Behandlung, in die Dauer der Eingangsbehandlung und in die Wartezeit nach der Behandlung auf Abschleppen.

Die Wartezeiten vor Beginn der Behandlung und die Behandlungsdauer selbst bewegen sich in angemessenen Grenzen. Erstere sind ganz gering und nehmen nur in den Abendstunden durch die starke Bündelung in den Zugeinfahrten zu; die Behandlungsdauer eines Wagens beträgt im Gesamtdurchschnitt 46,7 Minuten. Auffallend sind die großen Unterschiede in den Wartezeiten auf Abschleppen. Sie steigen in den Abendstunden entsprechend dem starken Zugeingang von 1 Stunde bis auf fast 4 Stunden an und gehen dann bis 5 Uhr früh auf 0 zurück. Dies zeigt, daß der Ablaufberg den starken Anfall in der Nacht nicht verarbeiten kann. Noch deutlicher tritt dies in Abb. 3 a (Leistungsübersicht des Schleppdienstes) in Erscheinung. Während die Kurve des Wagenabflusses nach dem Berge (C) gleichmäßig ansteigt, wird die Kurve des Wagenzuflusses (B) von 17,00 Uhr an steiler. Hierdurch steigt auch die Kurve D des Wagenbestandes in der Einfahrgruppe stark an, die erst in den Morgenstunden wieder abfällt.

Die übrigen betriebswissenschaftlichen Untersuchungen in der Einfahrgruppe fallen so wenig aus dem Rahmen gleichartiger Studien auf anderen Bahnhöfen heraus, daß auf sie nicht näher eingegangen werden soll. Von allgemeiner Bedeutung ist aber vielleicht noch eine eingehende Untersuchung der Vorzugswagen. Die unmittelbare Nachbarschaft der Ausfahrgruppe reizt natürlich, neben den Wagen, die nicht ablaufen dürfen (Viehwagen usw.) auch noch andere Wagen mit kurzen Übergangszeiten einer besonderen Behandlung zu unterziehen, die darin besteht, sie durch besondere Maschinen, u. U. auch Zugmaschinen, unmittelbar von der Einfahrgruppe nach der Ausfahrgruppe zu überführen. Ein derartiger Verkehr ist bei der Anlage des Bahnhofs nicht vorgesehen worden, und es müssen deswegen eine Reihe von Einfahrgleisen zeitweise oder dauernd ihrer eigentlichen Bestimmung entzogen werden, um diese Aufgaben zu erfüllen.

Die Zahl der Vorzugswagen ist nach dem Kriege dauernd gestiegen: 1925 im Monatsdurchschnitt rund 200 Wagen täglich, 1926: 280, 1927: 360, 1928: 430, 1929: 460, 1930: 470 Wagen täglich. Hierin drückt sich deutlich eine der wichtigsten Aufgaben aus, die die Betriebswissenschaft im Eisenbahnbetriebsdienste zu leisten hat, die Wagenübergänge durch eine bevorzugte Behandlung dringender Wagen auf ein möglichst geringes Maß herabzudrücken. Daß bei unzureichenden örtlichen Anlagen eine praktische Grenze nicht

*) Vgl. Verf. „Arbeits- und Zeitstudien im Verschiebedienst“, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Heft 12 vom 30. Juni 1926, S. 243.

**) Zur besseren Vergleichsmöglichkeit sind die Zeiten der Darstellungen aus dem Jahre 1925 ebenfalls mit 0 bis 24 Uhr angegeben.

Zusammenstellung 1. Kostentafel (1925).

1. Eingangsbehandlung.

Anmerkung: Die laufenden Nummern entsprechen denen der Dienstpostenzusammenstellung in Abb. 1a, Taf. 2.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---------------------------|--|------------------------------|------------------------|----------------------|
| Laufende Nr. der Zusammenstellung | Dienstposten | Dienstbezeichnung | Anteilige Kopf- bzw. Lokomotivstunden Zahl | Gehaltsgruppe oder Lohnstufe | Gehalts- oder Lohnsatz | Anzurechnende Kosten |
| 1 | Aufsichtsbeamter 4 | O.-S. | 1 | VII | 17,70 | 17,70 |
| | | S. | 0,5 | VI | 14,95 | 7,50 |
| 2 | Telegraphist 4 | H.-B.-Ass. | 1 | 3 | 7,40 | 7,40 |
| 3 | Lampenwärter, Bote 4 | Arb. | 0,5 | 7 | 5,80 | 2,90 |
| 4 | Stellerei 3 | Stellmstr. | 3 | V | 12,35 | 37,05 |
| 5 | Stellerei 4 | Stellmstr. | 2 | V | 12,35 | 24,70 |
| 6 | Stellerei 6 | Ww. | 3 | III | 10,40 | 31,20 |
| 7 | Stellerei 8 | Stellmstr. | 2 | V | 12,35 | 24,70 |
| 8 | Handw. Posten 2 | Hww. | 3 | 5 | 6,25 | 18,75 |
| 9 | Zurufener 4 und 8 | Hww. | 2 | 5 | 6,25 | 12,50 |
| 10 | Zugführerwagenbegleiter | Rgrarb. | 9 | 5 | 6,65 | 59,85 |
| 11 | Kuppler | Rgrarb. | 6 | 5 | 6,65 | 39,90 |
| 13 | Verschubdienst 4 | Rgrauf. | 1 | IV | 11,35 | 11,35 |
| 14 | Bw. Techn. Unters.-Personal 4 | Wkmstr. | 1,5 | VI | 14,95 | 22,45 |
| | | Wgmstr. | 12 | V | 12,25 | 148,20 |
| | | Wgaufs. | 6,5 | IV | 11,35 | 73,80 |
| | | Hilfsaufs. | 13 | 1 | 8,45 | 109,85 |
| | | Wagenschlosser | 3 | 3 | 7,95 | 23,85 |
| 71 | Fahrdienstleiter 1 | O.-S. | 1,5 | VII | 17,70 | 26,55 |
| 72 | Telegraphist 1 | H.-B.-Ass. | 1,5 | 3 | 7,40 | 11,10 |
| 73 | Lampenwärter, Bote 1 | Arb. | 0,5 | 7 | 5,80 | 2,90 |
| 75 | Stellerei 1 | Stellmstr. | 3 | V | 12,35 | 37,05 |
| 78 | Handweichenposten 1a | Hww. | 1,5 | 5 | 6,25 | 9,40 |
| 79 | Handweichenposten 1 | Hww. | 0,5 | 5 | 6,25 | 3,10 |
| 81 | Verschubdienst 1 | Rgrmstr. | 1 | V | 12,35 | 12,35 |
| | | Rgrauf. | 1 | IV | 11,35 | 11,35 |
| | | Rgrarb. | 3 | 5 | 6,65 | 19,95 |
| | | Summe | 83,5 | — | — | 807,40 |
| Hierzu Urlaubs- und Krankenvertretung | | | 9,0 | 5 | 6,65 | 59,85 |
| | | Personalkosten | 92,5 | — | — | 867,25 |
| Hierüber: | | | Stunden] | | | |
| 83 | Verschublokomotiven 4 | | 2 1/2 | — | 9,20 | 18,40 |
| 87 | Verschublokomotive 1 | | 6 | — | 9,20 | 55,20 |
| | | Lokomotivkosten | 8 | — | — | 73,60 |
| Gesamtkosten der Eingangsbehandlung | | | | | | 940,85 |

überschritten werden darf, steht außer Zweifel. Trotzdem wäre es aber falsch, die Wichtigkeit dieser Frage zu unterschätzen.

In Dresden-Friedrichstadt wirkt es sich hierbei besonders ungünstig aus, daß die Züge von zwei Seiten in die Einfahrgruppe einfahren und auch nach zwei Seiten ausfahren, so daß nicht allein ein Absetzen der an der Zugspitze angebrachten Vorzugswagen und ein Abholen durch die Zugmaschinen der Ausgangszüge, sondern auch eine Überführung der Wagen von der Ostseite nach der Westseite und umgekehrt notwendig wird. Taf. 3 zeigt den gesamten Spitzenwagenverkehr in einem 24stündigen Zeitabschnitt, und zwar sind in Form einer Betriebsübersicht sowohl die Wagen, die auf der gleichen Seite bleiben — also nur zwischenzeitlich zu hinterstellen sind —, als auch die Wagen angegeben, die von der Einfahrgruppe Ost nach der Ausfahrgruppe West und umgekehrt von der Einfahrgruppe West nach der Ausfahrgruppe Ost umgesetzt werden müssen. Die Darstellung konnte ausgezeichnet dafür verwendet werden, den Gleisbedarf für die neu anzulegenden Abstellgleise für Vorzugswagen richtig zu bemessen.

Ferner konnten aus ihr ohne weiteres auch die Wagen festgestellt werden, für die sich bei bevorzugter Behandlung des ganzen Eingangszuges (Abschleppen und Ablauf) oder bei Anlage eines besonderen Durchlaufgleises vom Ablaufberge nach der Ausfahrgruppe für dringliche Wagen eine vorzugsweise Behandlung in der Einfahrgruppe (Ausrangieren und Umsetzen) vermeiden läßt.

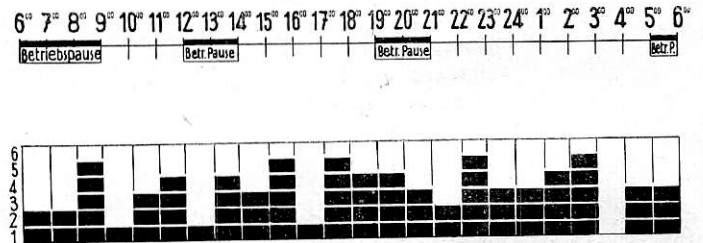
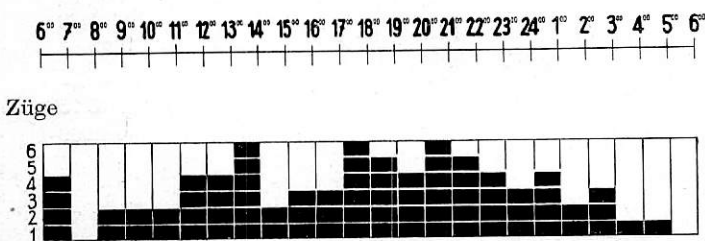
Die Gründe, warum der Betrieb die bevorzugte Behandlung einzelner Wagen nicht gern sieht, liegen einmal in den Stockungen, die das Ausrangieren dieser Wagen in den geordneten Fluß der gesamten übrigen Betriebsabwicklung bringt, zum anderen in den entstehenden besonderen Kosten. Diese sind deswegen besonders hoch, weil sowohl im Bereich der Einfahrgruppe Ost als auch West zeitweise eine besondere Rangierlokomotive für die Behandlung dieser Wagen eingesetzt ist. Allerdings ist hierbei zu berücksichtigen, daß eine Lokomotive für die Behandlung der Vieh- und Langholzwagen, für das Auswechseln von Schadwagen usw. selbst dann zur Verfügung stehen müßte, wenn es möglich sein würde, die bevorzugte Behandlung sämtlicher Spitzenwagen aufzugeben.

Man muß sich also davor hüten, die Kosten für die bevorzugte Behandlung einzelner Wagen zu hoch zu berechnen. Sie können, solange eine Rangierlokomotive ausreicht, als reine Mitläuferkosten angesehen werden; dagegen müssen die Kosten einer zweiten Rangierlokomotive voll für die Vorzugswagenbehandlung in Ansatz gebracht werden. Auch hierbei zeigt sich wieder, wie im Eisenbahnbetriebsdienste jeder Fall anders

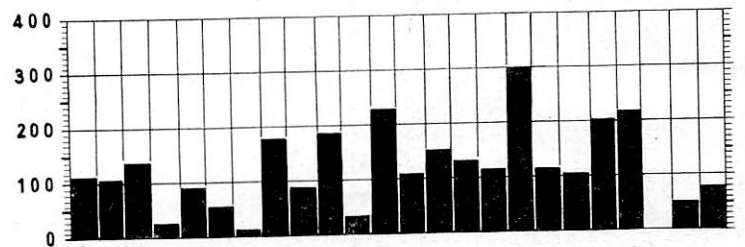
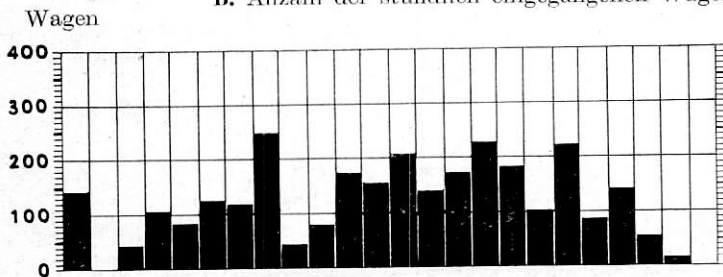
Hauptsache darauf hinaus, am Ost- und Westende besondere Gleisanlagen für die zwischenzeitliche Hinterstellung der Vorzugswagen zu schaffen, die Einfahrgleise zu verlängern und dabei einzelne Gleise für 150 Achsen starke Züge vorzusehen, die Weichenstraße am Westende durch Verdopplung zu entlasten (Möglichkeit gleichzeitiger Zug-, Schlepp-, Rangier- und Lokomotivfahrten), die schienengleiche Kreuzung der



A. Anzahl der stündlich eingegangenen Züge (insgesamt 1925: 76 Züge; 1930: 75 Züge).



B. Anzahl der stündlich eingegangenen Wagen (insgesamt 1925: 2914 Wagen; 1930: 2833 Wagen).



C. Durchschnittliche Gesamtaufenthaltsdauer (Wartezeit) eines Wagens in der Einfahrgruppe.

- = Durchschnittliche Wartezeit eines Wagens nach der Einfahrt auf Behandlung.
- ▨ = „ Dauer der Behandlung eines Wagens (Eingangsuntersuchung und Langhängen).
- ▩ = „ Wartezeit eines Wagens nach der Behandlung auf Abschleppen.

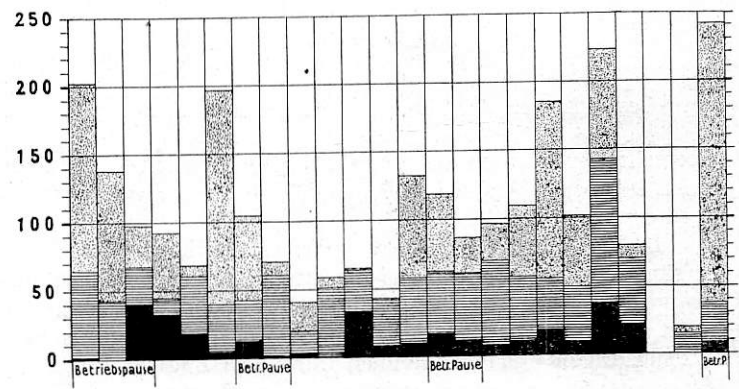
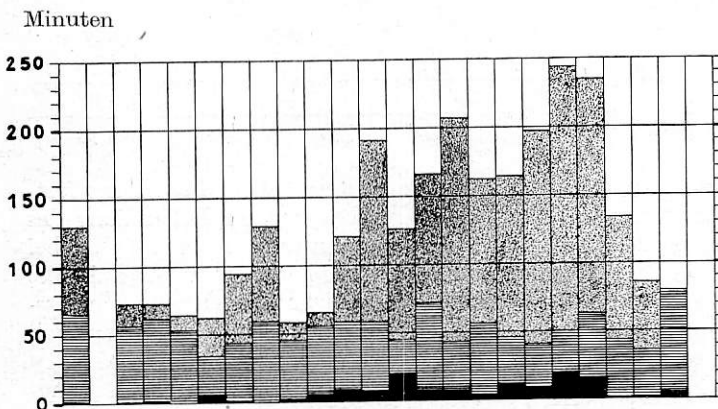


Abb. 2 a.

Aufenthaltsdauer der Einfahrzüge.

Abb. 2 b.

liegt, und wie schwer es ist, allgemein gültige Urteile über die Wirtschaftlichkeit oder Unwirtschaftlichkeit bestimmter Arbeiten zu fällen.

C. Die baulichen Veränderungen.

Die Vorschläge baulicher Art zwecks Verbesserung der Betriebsführung in der Einfahrgruppe, die sich durch die betriebswissenschaftlichen Untersuchungen ergaben, konnten bisher noch nicht verwirklicht werden. Sie laufen in der

Personenzuggleise mit den Güterzuggleisen nach und von Dresden-Neustadt zu beseitigen und die gesamte Betriebsführung am Ostkopf durch eine Verlegung des Bahnbetriebswerks flüssiger zu gestalten. Lediglich als zwischenzeitliche Maßnahmen sind die Bauausführungen am Ostkopf anzusehen, die im Jahre 1928 durchgeführt wurden und die sich aus einem Vergleich der Lagepläne (Abb. 1 und 2, Taf. 1) ergeben. Durch diese mit geringen Mitteln durchgeführten Gleisveränderungen wurde die Loslösung des Maschinenverkehrs

nach und von dem Bahnbetriebswerk von den Personenzuggleisen und die Verlängerung des Gleises 3 (neue Nr. 203) auf 750 m erreicht, so daß wenigstens zwei Störungsursachen in ihren ungünstigsten Auswirkungen beseitigt werden konnten.

D. Die Betriebsführung am Ende des Jahres 1930.

Abgesehen von den Änderungen in der Betriebsführung, die durch die vorstehend behandelten baulichen Umgestal-

einzelne Spitzen nicht zu vermeiden sind. Sie betreffen aber immer nur wenige Wagen. Die Verbesserung im Wagenumlauf geht noch deutlicher aus einem Vergleich der Abb. 3 a und 3 b hervor, der erkennen läßt, daß der Wagenbestand in der Einfahrgruppe trotz gleichen Zulaufs in der Zeit von 17,00 bis 3,00 Uhr (rund 1700 Wagen) wesentlich geringer geworden ist. Aus den Unterschieden im Verlauf der Kurven des Wagenbestandes erklärt sich auch, daß die durchschnittliche Gesamtaufenthaltsdauer der Wagen im Rangierbahnhof wesentlich

1925

| | | |
|--|--|--------------------|
| Arbeits- und Zeitstudien im Eisenbahnbetriebsdienst | | |
| RBD Dresden D Dresden - At. Dienststelle St Dresden-Fr Teilbetrieb Einfahrgruppe | Leistungsübersicht zur Arbeits- und Zeitstudie Nr. II/ 7 | Beobachter Rdi. |
| Beobachtungsgegenstand: Schleppleistung | | |
| Tag der Aufnahme: 29./30. Mai 1925 von 6 bis 6 Uhr | | |

- A. Wagenzufluß von der Strecke.
- B. Desgl. ohne Spitzenwagen.
- C. Wagenabfluß nach dem Berge.
- D. Wagenbestand in der Einfahrgruppe = b—c.

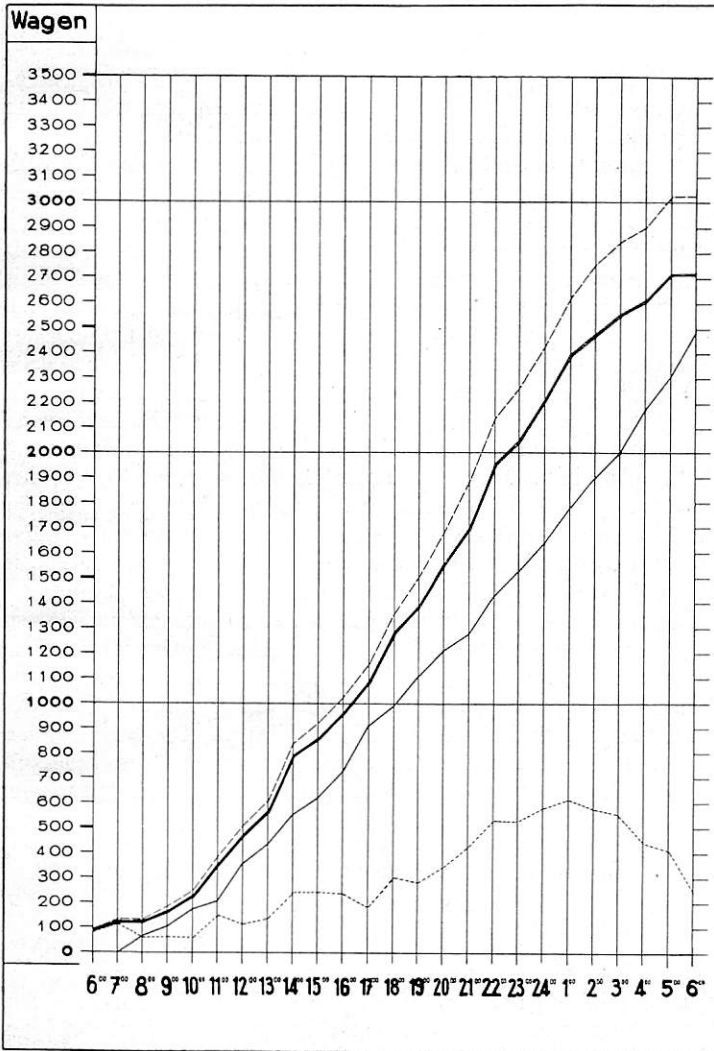


Abb. 3 a.

Leistungsübersicht des Schleppdienstes.

1930

| | | |
|---|---|------------------|
| Arbeits- und Zeitstudien im Eisenbahnbetriebsdienst | | |
| RBD Dresden BA Dresden 2 Dienststelle St Dresden-Fr Teilbetrieb Einfahrgruppe | Leistungsübersicht zur Arbeits- und Zeitstudie Nr. II/ 71 | Beobachter M. |
| Beobachtungsgegenstand: Schleppleistung | | |
| Tag der Aufnahme: 1./2. Oktober 1930 von 6 bis 6 Uhr | | |

- A. Wagenzufluß von der Strecke.
- B. Desgl. ohne Spitzenwagen.
- C. Wagenabfluß nach dem Berge.
- D. Wagenbestand in der Einfahrgruppe = b—c.

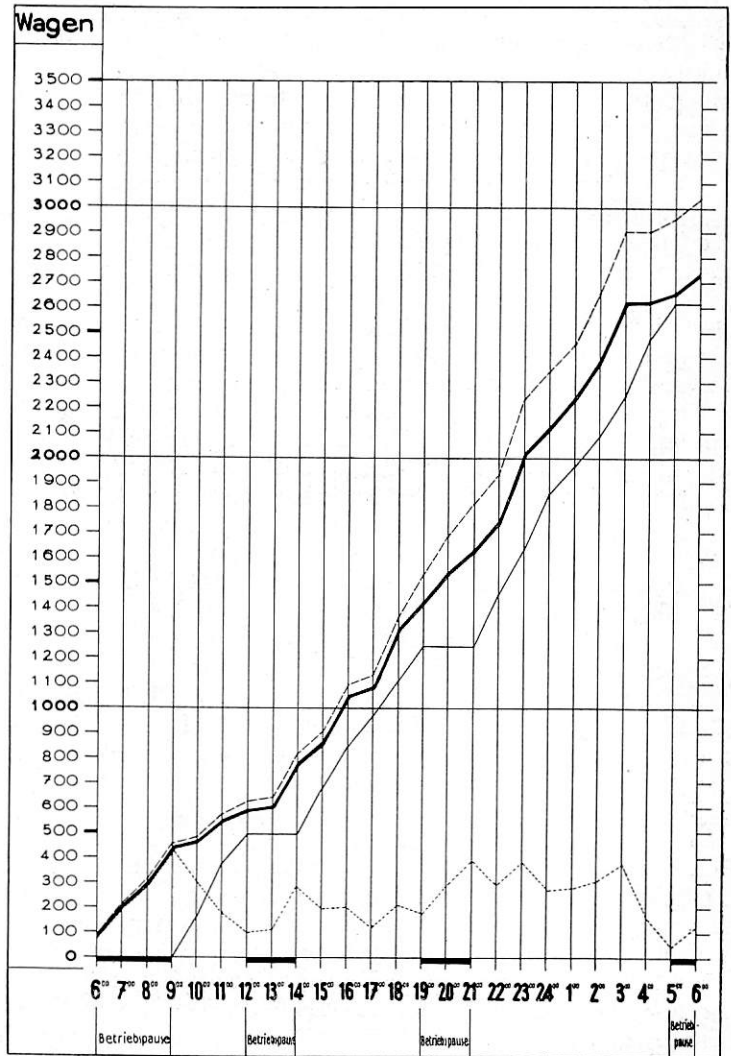


Abb. 3 b.

tungen am Ostkopf eingetreten sind, bestehen gegen früher keine wesentlichen Unterschiede. Jedoch sind die in den nächsten Abschnitten behandelten Verbesserungen im Schleppdienst und im Ablaufbetrieb auf die Aufenthaltsdauer der Wagen in der Einfahrgruppe nicht ohne Einfluß geblieben. Dies zeigt ein Vergleich der Abb. 2 a und 2 b, worin ein wesentliches Ergebnis der Rationalisierung zum Ausdruck kommt. Trotzdem die Betriebszeit 1925 volle 24 Stunden und 1930 nur 16 Stunden betrug, ist die Vorzeit wesentlich geringer geworden, wenn natürlich auch infolge der Betriebspausen

kürzer geworden ist. Sie betrug Anfang 1930 nur noch 7,7 Stunden gegen 9,25 Stunden im Jahre 1925. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß durch die schlechte Wirtschaftslage eine Reihe von Zügen nicht mehr verkehrt, daß ein großer Teil der Wagen also länger angesammelt werden muß. Außerdem wird die Gesamtaufenthaltsdauer der Wagen im Vergleich mit anderen Bahnhöfen noch durch den Umstand ungünstig beeinflusst, daß Dresden-Friedrichstadt der einzige Untersuchungsbahnhof für die bremstechnische Untersuchung im Bezirk der Reichsbahndirektion Dresden ist.

Abb. 3 b beweist auch im Verlauf der Kurven B und C die Zweckmäßigkeit und die richtige Lage der Betriebspausen.

III. Der Schleppverkehr.

Der Schleppverkehr hat die Aufgabe, die in die Einfahrgruppe eingefahrenen Züge nach den Ablaufgleisen zu überführen. Da diese nicht zugängig sind, müssen die Einfahrzüge vorher zu Schleppfahrten von verkürzter Länge umgebildet werden.

A. Zustand vor Beginn der Rationalisierung (1925).

1. Schilderung der Betriebsvorgänge.

Die vier Ablaufgleise waren nur 320, 290, 300 und 280 m lang, so daß die zulässige Schleppfahrtsstärke je nach dem Ablaufgleis und der durchschnittlichen Wagenlänge zwischen 60 und 70 Achsen schwankte. Die mitzunehmende Wagenzahl bestimmte der Rangiermeister der Einfahrgruppe. Die überschießenden Wagen wurden zur Auffüllung kurzer Züge verwendet oder auf freien Gleisen gesammelt. Diese Rangierarbeiten wurden zum größten Teil durch die Schleppmaschinen, teilweise aber auch durch die Zugmaschinen oder durch die Rangiermaschine der Westseite ausgeführt. Zum Schleppen waren zwei Schlepplokomotiven (1 und 2) vorhanden. Jede Schleppfahrt war wegen der starken Steigungsstrecke von 1:70 bis 1:80 der Schleppgleise mit vier Bremsern besetzt, so daß in jeder Schicht acht Mann nötig waren, zu denen zum Fertigstellen der Schleppfahrten (Prüfen der Kupplungen, Anbringen des Schlußsignals usw.) ein weiterer Mann kam.

Für den Schleppverkehr bestand zwischen der Stellerei 4 der Einfahrgruppe und der Stellerei 20 des Ablaufberges das telegraphische Zugmeldeverfahren. Hierbei wurde gleichzeitig Achszahl, Belastung und Einfahrgleis mitgemeldet. Dieses telegraphische Zugmeldeverfahren wurde später (1926) durch ein fernmündliches ersetzt. Zur Ankündigung der Schleppfahrt an die Ablaufmannschaft diente auf dem Ablaufberg ein Räumungssignal, das dem Schlepplokomotivführer gleichzeitig anzeigte, nach welchem Ablaufgleis die Fahrstraße eingestellt war.

Die Schleppfahrten kamen vor dem Einfahrsignal Ö 1/4 des Ablaufberges häufig zum Halten. Die Ursache lag meistens darin, daß das Ablaufgleis noch nicht geräumt war oder daß ein Ablauf nicht rechtzeitig unterbrochen werden konnte.

Die vier Berggleise wurden gewöhnlich in der Reihenfolge 4, 3, 2, 4, 3, 2 benutzt. Eine strenge Vorschrift über die Benutzung der Gleise bestand jedoch nicht. Gleis 1 wurde häufig für Fahrten von der südlichen Bahnhofseite freigehalten. Reichte bei der Bergfahrt die Länge des Ablaufgleises zur Aufnahme der Schleppfahrt aus, so konnte die Schleppmaschine sofort nach beendeter Einfahrt abgehängt werden und über die Weichenverbindungen am Ende des Ablaufberges und über das Lokomotivrückfahrgleis 112 nach der Einfahrgruppe zurückfahren. Fand die Schleppfahrt dagegen nicht Platz, so mußte die Schlepplokomotive, um die Einfahrweiche an der Stellerei 20 freizumachen, bis an das äußerste Ende des Berges vorgefahren. In diesem Falle war dann für sie der Rückweg so lange gesperrt, bis die Schleppfahrt unter Ablauf der untersten Wagengruppen (ortsüblich „Abhacken“ genannt) soweit nachgelassen worden war, daß die Maschine freie Rückfahrmöglichkeit hatte. War die Schleppfahrt so lang, daß sie die Einfahrweichenstraße auch dann noch nicht freigab, wenn die Schlepplokomotive bis an das äußerste Ende vorgefahren war, so mußte ein Zugteil abgehängt und mit besetzter Bremse auf dem Einfahrgleis bis zum Einfahrsignal zurückgelassen werden, um dann von der Schlepplokomotive über ein freies Ablaufgleis besonders geholt zu werden. Die bei beiden Verfahren eintretenden Störungen waren beträchtlich.

Die zurückfahrenden Schlepplokomotiven nahmen am Ablaufpunkt die Schleppmannschaft auf und fuhren auf dem

Lokomotivrückfahrgleis nach der Einfahrgruppe zurück. Vor dem Einfahrsignal der Einfahrgruppe entstanden häufig lange Aufenthalte, wenn Züge ein- und ausfahren oder wenn auf der Weichenstraße rangiert wurde.

Außer den Schleppfahrten aus der Einfahrgruppe (etwa 85 bis 100 am Tag) kamen noch etwa 15 Schleppfahrten von der südlichen Bahnhofseite (Umladehalle und Ausbesserungswerk). Diese sogenannten „Rampenfahrten“ wurden von der Verschubmaschine der Umladehalle („Rampenlokomotive“) gebildet und abgeschleppt. Aus dem Schleppgleis der südlichen Bahnhofseite (Neigung 1:100) konnte nur in das Ablaufgleis 1 eingefahren werden. Da auf der Südseite des Ablaufberges kein besonderes Lokomotivrückfahrgleis vorhanden ist, fuhr die Rampenlokomotive hinter einem gerade ablaufenden Zuge her oder auf einem freien Ablaufgleis bis zur Stellerei 20 und von da unter Sägebewegungen über das Auffahrgleis nach der Umladehalle zurück (siehe auch Betriebsübersicht). Die Rampenfahrten wurden von zwei Rangierern begleitet.

2. Die Kosten des Schleppdienstes.

Der Kostenermittlung sind die Spalte 5 der Dienstpostenzusammenstellung (Taf. 2) und die Einheitskostensätze der Wirtschaftsstatistik wie in Abschnitt II A 2 zugrunde gelegt. Angerechnet sind alle Kosten, die bei Förderung der Einfahrzüge nach dem Ablaufberg durch die Zugmaschinen entfallen können. Die anteiligen Kosten der Dienstposten, die auch ohne Schleppverkehr erforderlich wären (wie z. B. die Aufsichtsbeamten usw.) wurden nicht berücksichtigt. Die Kosten des Schleppverkehrs von der Einfahrgruppe aus stellten sich hiernach auf rund 1170 *R.M.*/Tag. Unter Berücksichtigung der stündlich abgeschleppten Wagen ergaben sich die Schleppkosten für einen Wagen im Mittel zu 0,39 *R.M.* Die Kosten für das Schleppen der Fahrten auf der südlichen Bahnhofseite berechneten sich unter gleichen Voraussetzungen zu rund 112 *R.M.* täglich. Da die Rampenlokomotive rund 10 Stunden Schleppdienst geleistet hat, betragen die Schleppkosten für einen Wagen im Mittel 0,27 *R.M.* Diese Einheitskosten sind geringer als die des Schleppens aus der Einfahrgruppe, weil die Fahrten auf der südlichen Bahnhofseite leichter waren und deshalb nur mit zwei Bremsern besetzt zu werden brauchten, und vor allem, weil die verwendete Lokomotive etwa 40% billiger arbeitete als die großen Schlepplokomotiven. Die 1283 *R.M.*/Tag betragenden Kosten des gesamten Schleppverkehrs ergaben im Mittel 0,37 *R.M.*/Wagen. Die Beziehungen zwischen den stündlichen Schleppleistungen und den Schleppkosten eines Wagens im Stundendurchschnitt sind aus den Kurven A und B der Abb. 4a zu ersehen.

B. Die betriebswissenschaftliche Untersuchung des Schleppverkehrs.

1. Durchführung und Auswertung.

In der Schilderung des Schleppdienstes sind bereits die Schwierigkeiten angedeutet, die dieser Verkehr aufwies. Die betriebswissenschaftliche Untersuchung hatte zunächst das Ziel, die Verlustzeiten beim Schleppbetrieb zahlenmäßig festzustellen und daraus Vorschläge für eine Steigerung der Leistungsfähigkeit und Verminderung der Betriebskosten zu entwickeln.

Die — mehrmals wiederholten — Zeitaufnahmen wurden als laufende Beobachtungen mit 24stündiger Besetzung der Schlepplokomotiven und der Rampenlokomotive ausgeführt. Die Ergebnisse der Beobachtungsbogen wurden für jede Lokomotive in Auswertungsbogen zusammengestellt (vergl. Abb. 5a, Auswertungsbogen der Schlepplokomotive 1. Die Endsummen der Auswertungsbogen für die Schlepplokomotive 2 und für die Rampenlokomotive sind zum Vergleich unten angesetzt). Um die gegenseitigen Beziehungen zwischen

den drei Lokomotiven zu erkennen, wurde ferner eine Betriebs- und Arbeitsübersicht angefertigt, von der ein Teilausschnitt in Abb. 1, Taf. 5 gezeigt ist.

Die nachstehenden Ergebnisse wurden einer Beobachtung entnommen, die an einem Tag normalen Verkehrs und unter normalen Verhältnissen ausgeführt wurde.

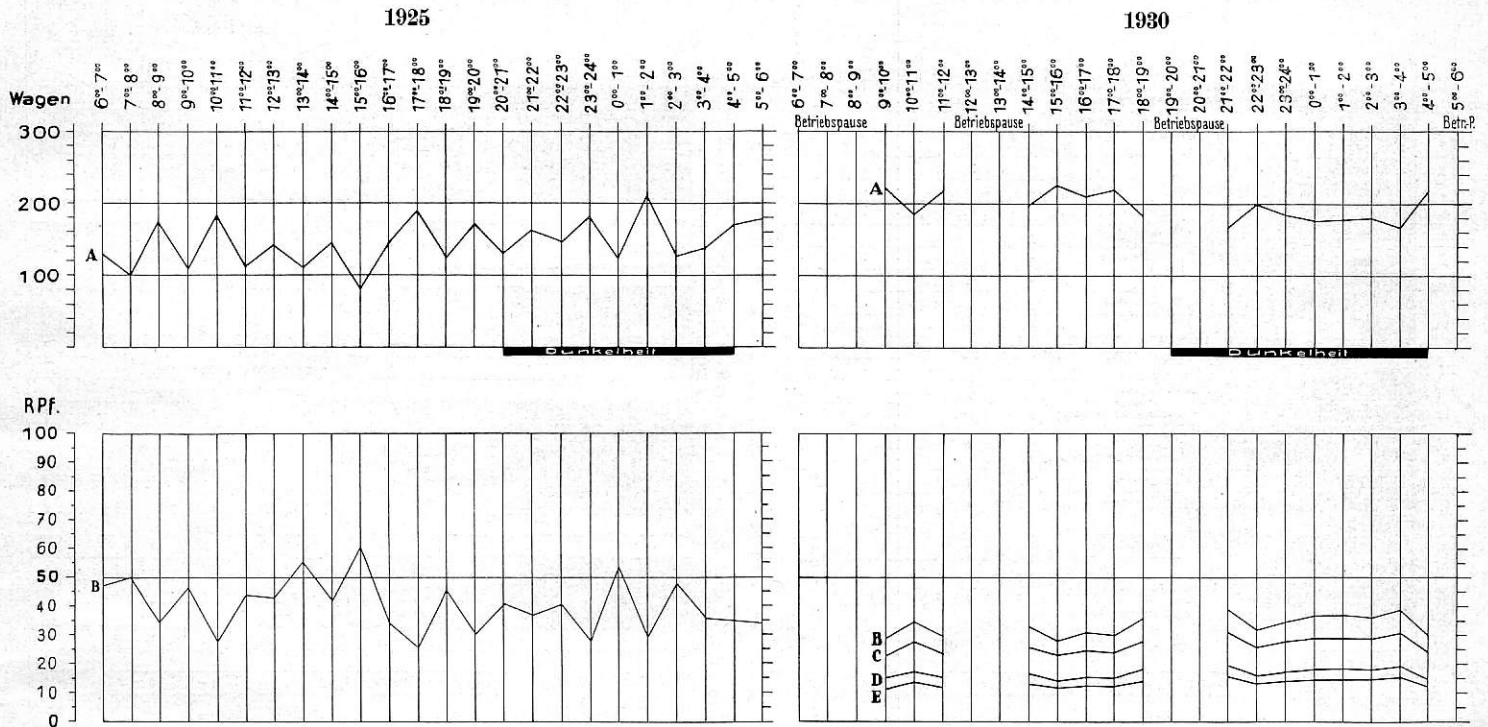
Auswertungsbogen und Betriebsübersicht zeigen fünf Abschnitte, in die der Lokomotivumlauf zerlegt werden kann, und zwar bei den Schlepplokomotiven 1 und 2:

a) Die Arbeiten und der Aufenthalt in der Einfahrgruppe. Aus den Einfahrgleisen wurden

39 Züge ohne jede Veränderung,
42 „ nach Wegsetzen einiger Wagen oder eines Zugteils
und 3 „ nach Neubilden aus weggesetzten Gruppen,
zus. 84 Züge abgeschleppt. Die beiden Schlepplokomotiven

(geringste Fahrzeit 5,0, längste ohne Zwischenhalt 13,0 Min.). Diese Unterschiede sind vor allem auf die verschiedene Belastung der Fahrten zurückzuführen; die Unterschiede in der Länge der Schleppwege fallen weniger ins Gewicht. Eine Gesetzmäßigkeit zwischen Zuggewicht und Geschwindigkeit konnte jedoch nicht festgestellt werden. Bei beiden Schlepplokomotiven betrug die durchschnittliche Geschwindigkeit rund 13 km/h.

Etwa 10% der Schleppfahrten wurden vor dem Einfahrsignal der Ablaufgleise Ö 1/4 gestellt. Das Wiederanfahren aus der Steigung 1:70 bis 1:80 verminderte — abgesehen von dem erhöhten Verbrauch an Betriebsstoffen — die Einfahrtsgeschwindigkeit wesentlich. Im Mittel brachte ein Halt vor dem Einfahrsignal eine Erhöhung der Lokomotivumlaufzeit um 3,0 Min. Bei trübem oder nebligem Wetter und bei Gegen-



A = Stündlich geschleppte Wagen.
B = Kosten für einen geschleppten Wagen im Stundendurchschnitt (1925 und 1930).
C = Desgl. mit Einheitskostensätzen von 1925.

Abb. 4a.

D = Kosten für einen geschleppten Wagen bei Verwendung von nur einer Lokomotive (1930).
E = Desgl. mit Einheitskostensätzen von 1925.

Abb. 4b.

Leistungen und Kosten im Schleppverkehr.

waren zusammen 144,4 Min. mit Verschubarbeiten in der Einfahrgruppe (Bilden von Schleppfahrten) beschäftigt. Die Vorbereitungszeit (Ankuppeln der Lokomotive und Verteilen der Bremser auf den Zug) betrug im Mittel 2,5 Min. Da alle Arbeiten zur Fertigstellung der Schleppfahrten von einem besonderen Kuppler ausgeführt wurden, der als Schlußbremser mitfuhr, wurde die Vorbereitungszeit lediglich zur Verteilung der übrigen Bremser gebraucht. Bei einer durchschnittlichen Länge der Schleppfahrten von rund 280 m brauchte der vorletzte Bremser bei einem Weg von 200 bis 240 m und 5 km Marschgeschwindigkeit etwa 2,5 Min. von der Lokomotive bis zu seinem Wagen. Der Durchschnittswert von 2,5 Min. ist also durchaus angemessen. Die Wartezeit der Schleppfahrten nach Abfahrbereitschaft schwankte stark (von 0,5 bis 32,0 Min.). Sie wurde in der Hauptsache durch ein- und ausfahrende Züge, durch Verschubarbeiten in der Einfahrweichenstraße sowie durch Störungen auf dem Ablaufberge verursacht.

b) Die Bergfahrt. Bei einer durchschnittlichen Streckenlänge von 1,6 km betrug die durchschnittliche Fahrzeit 7,9 Min.

wind waren die Aufenthalte, wie durch weitere Zeitaufnahmen festgestellt wurde, häufiger und länger.

Die Einfahrtsgeschwindigkeit in die Ablaufgleise war auffallend gering. Dies kam daher, daß der Lokomotivführer seine Aufmerksamkeit nicht ungeteilt auf die vor ihm liegende Strecke richten konnte. Um nicht weiter vorzufahren als unbedingt nötig war, hatte der Lokomotivführer das nach Durchfahrt der Einfahrweichenstraße vom Schlußbremser zu gebende Haltsignal zu beachten. Dies war bei den vorherrschenden Westwinden, bei der starken Krümmung der Ablaufgleise und bei den vielen Nebengeräuschen des Ablaufbetriebs schwierig und veranlaßte den Lokomotivführer zu sehr vorsichtigem Fahren, zumal der Ablaufberg unmittelbar hinter dem Prellbock etwa 20 m hoch steil abfällt.

c) Die Aufenthaltsdauer der Schlepplokomotiven auf dem Ablaufberg betrug im Mittel 7,2 Min. bei Schwankungen von 2,5 bis 28,5 Min. Die reine Wendezeit (Abkuppeln der Schlepplokomotive, Vorfahren bis in den Gleisstumpf und Rückfahrt bis über das Merkzeichen des Lokomotivrückfahr-

gleises) betrug bei 34 Fahrten, die im Ablaufgleis Platz fanden, im Mittel 1,9 Min. Bei 50 Fahrten konnte die Schlepplokomotive aus den oben angegebenen Gründen erst abgekuppelt werden, als der Zug um einige Wagenlängen nachgelassen worden war (mittlere Wendezeit der Lokomotive bei diesen Zügen 3,7 Min.).

e) Sonstige Arbeiten und Unterbrechungen.
Durch die Ablösung der Schleppmaschinen, durch Personalwechsel, Essenspausen, Wasserrassen usw. wurden die beiden Schlepplokomotiven insgesamt 286,8 Min. = rund $4\frac{3}{4}$ Lokomotivstunden ihrer eigentlichen Aufgabe entzogen.

Arbeits- und Zeitstudien im Eisenbahnbetriebsdienst.

| | | | | | | | | |
|--|--|--|--------------------------|--------|-----------------|------------------|---------------------------|--|
| RBD Dresden..... D. Dresden 1..... Dienststelle: Bf..... Dresden: Friedr..... Teilbetrieb:..... Schleppverkehr..... | Auswertungsbogen Nr: 1 zur Arbeits- u. Zeitstudie Nr: II/7 Hierzu Beobachtungsbogen Nr: 1-24. | Bearbeiter: Spalte 2: M..... Spalte 3-12:)..... | | | | | | |
| Beobachtungsgegenstand: Schlepplok 1 | | | | | | | | |
| Tag der Aufnahme: 29./30. Mai 1925. Zeit: von 12 bis 12 Uhr. | | | | | | | | |
| Verteilung der Arbeits- oder Betriebsvorgänge auf die einzelnen Stunden (in Minuten) | | | | | | | | |
| Bildliche Darstellung | | | | | | | | |
| Zeit | Berg / Talfahrt | Vorbereitungszeit | Aufenthalt auf dem Berge | Warten | Unterbrechungen | Mangel an Arbeit | Anzahl der Schleppfahrten | |
| 0-1 | 22.30 | 0.50 | 6.55 | 30.35 | - | - | 1 | |
| 1-2 | 14.25 | 3.20 | 7.90 | 34.65 | - | - | 1 | |
| 2-3 | 13.55 | - | 8.60 | 8.35 | 2.00 | 6.50 | 20.00 | |
| 3-4 | 20.40 | 5.15 | 16.70 | 1.35 | 8.60 | - | 7.60 | |
| 4-5 | 22.50 | 10.25 | 12.90 | 9.40 | - | 4.55 | 2 | |
| 5-6 | 31.70 | 4.35 | 8.55 | 10.80 | 4.60 | - | 2 | |
| 6-7 | 24.70 | 2.70 | 24.00 | 3.65 | 4.35 | - | 2 | |
| 7-8 | 26.80 | 2.55 | 17.90 | 7.80 | 4.65 | - | 3 | |
| 8-9 | 19.35 | 5.30 | 8.50 | 9.60 | 3.25 | - | 12.00 | |
| 9-10 | 25.35 | 2.45 | 18.30 | 8.55 | 4.75 | - | 2 | |
| 10-11 | 11.05 | 4.65 | 12.00 | 1.45 | - | 10.85 | 20.00 | |
| 11-12 | 33.55 | 6.40 | 17.85 | 2.20 | - | - | 2 | |
| 12-13 | - | - | - | - | - | - | 60.00 | |
| 13-14 | 20.25 | 7.45 | 10.75 | 12.55 | - | 9.00 | 2 | |
| 14-15 | 18.45 | 8.25 | 12.60 | 20.75 | - | - | 1 | |
| 15-16 | 31.45 | - | 10.20 | 6.45 | 5.10 | - | 6.00 | |
| 16-17 | 29.80 | 2.15 | 10.95 | 17.30 | - | - | 2 | |
| 17-18 | 21.30 | 3.55 | 18.10 | 9.35 | 3.55 | - | 4.00 | |
| 18-19 | 31.70 | 1.55 | 17.05 | 4.35 | 3.60 | - | 1.75 | |
| 19-20 | 13.65 | 2.90 | - | 3.75 | 7.45 | - | 12.25 | |
| 20-21 | 23.50 | 11.35 | 14.15 | 7.20 | - | - | 3.00 | |
| 21-22 | 19.15 | 2.20 | 37.05 | 0.45 | - | - | 1.25 | |
| 22-23 | 26.15 | 2.55 | 13.20 | 9.40 | 8.70 | - | 2 | |
| 23-24 | 22.30 | 4.20 | 18.95 | 14.65 | - | - | 2 | |
| Se: | in 24 Stunden: 524.35 94.85 323.55 234.70 61.40 - 29.60 111.55 60.00 41 | | | | | | | |
| Stärke Umrundung in Sp.1 - Nachzeit- Querlinien in Sp.3-12 - Schichtwechsel | | Durchschnitt für eine Schleppfahrt: 12.73 2.31 7.89 5.72 1.50 - 0.72 2.72 1.46 1 | | | | | | |
| Bemerkungen: | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|---|--|--------------------------|--------|-----------------|------------------|---------------------------|--|
| RBD Dresden..... BA Dresden 2..... Dienststelle: Bf..... Dresden: Friedr..... Teilbetrieb:..... Schleppverkehr..... | Auswertungsbogen Nr: 1 zur Arbeits- u. Zeitstudie Nr: II/69 Hierzu Beobachtungsbogen Nr: 1-16. | Bearbeiter: Spalte 2: M..... Spalte 3-12:)..... | | | | | | |
| Beobachtungsgegenstand: Schlepplok 1 | | | | | | | | |
| Tag der Aufnahme: 19./20. September 1930. Zeit: von 9 bis 5 Uhr. | | | | | | | | |
| Verteilung der Arbeits- oder Betriebsvorgänge auf die einzelnen Stunden (in Minuten) | | | | | | | | |
| Bildliche Darstellung | | | | | | | | |
| Zeit | Berg / Talfahrt | Vorbereitungszeit | Aufenthalt auf dem Berge | Warten | Unterbrechungen | Mangel an Arbeit | Anzahl der Schleppfahrten | |
| 0-1 | 31.72 | 3.31 | 10.69 | 7.29 | 6.99 | - | 3 | |
| 1-2 | 19.94 | 1.73 | 4.98 | 12.25 | - | 3.78 | 17.32 | |
| 2-3 | 28.29 | 3.28 | 9.59 | 13.03 | 5.91 | - | 2 | |
| 3-4 | 25.73 | 8.34 | 6.04 | 12.06 | 4.91 | - | 2.92 | |
| 4-5 | 30.31 | 3.03 | 7.94 | 4.54 | 7.12 | 7.33 | 3 | |
| 5-6 | Betriebspause | | | | | | | |
| 6-7 | Betriebspause | | | | | | | |
| 7-8 | Betriebspause | | | | | | | |
| 8-9 | Betriebspause | | | | | | | |
| 9-10 | 30.39 | 10.65 | 6.80 | 12.45 | - | - | 3 | |
| 10-11 | 30.78 | 3.98 | 6.87 | 12.50 | 5.95 | - | 3 | |
| 11-12 | 25.47 | 5.30 | 8.25 | 14.58 | - | 6.40 | 3 | |
| 12-13 | Betriebspause | | | | | | | |
| 13-14 | Betriebspause | | | | | | | |
| 14-15 | 31.75 | 6.20 | 9.30 | 10.75 | - | 2.00 | 3 | |
| 15-16 | 35.05 | 5.75 | 8.30 | 10.90 | - | - | 3 | |
| 16-17 | 27.20 | 3.80 | 11.90 | 6.65 | - | 10.45 | 2 | |
| 17-18 | 26.00 | 6.30 | 7.65 | 6.40 | - | 8.35 | 5.30 | |
| 18-19 | 32.65 | 2.80 | 9.75 | 3.10 | 5.50 | - | 6.40 | |
| 19-20 | Betriebspause | | | | | | | |
| 20-21 | Betriebspause | | | | | | | |
| 21-22 | 30.18 | 8.94 | 8.50 | 2.78 | 10.44 | - | 0.00 | |
| 22-23 | 34.44 | 4.93 | 7.45 | 12.93 | - | 0.31 | 3 | |
| 23-24 | 29.90 | 5.42 | 11.87 | 6.91 | 5.90 | - | 2 | |
| Se: | in 16 Stunden: 469.42 82.76 135.50 149.12 52.42 19.46 33.07 18.09 - 42 | | | | | | | |
| Stärke Umrundung in Sp.1 - Nachzeit- Querlinien in Sp.3-12 - Schichtwechsel | | Durchschnitt für eine Schleppfahrt: 11.17 1.97 3.22 3.55 1.25 0.46 0.79 0.43 1 | | | | | | |
| Bemerkungen: | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|--------|-------|--------|--------|-------|---|-------|--------|-------|----|
| Schlepplok 1 | in 24 Stunden | 524.35 | 94.85 | 323.55 | 234.70 | 61.40 | - | 29.60 | 111.55 | 60.00 | 41 |
| | Durchschnitt für eine Schleppfahrt | 12.73 | 2.31 | 7.89 | 5.72 | 1.50 | - | 0.72 | 2.72 | 1.46 | 1 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|---|-------|--------|---|----|
| Schlepplok 2 | in 24 Stunden | 578.41 | 111.10 | 279.20 | 242.93 | 83.00 | - | 27.10 | 118.50 | - | 43 |
| | Durchschnitt für eine Schleppfahrt | 13.45 | 2.58 | 6.49 | 5.65 | 1.93 | - | 0.63 | 2.76 | - | 1 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|---|-------|--------|-------|----|
| Summe (Schlepplok 1 und 2) | in 24 Stunden | 1102.76 | 205.95 | 602.75 | 477.63 | 144.40 | - | 56.70 | 230.05 | 60.00 | 84 |
| | Durchschnitt für eine Schleppfahrt | 13.13 | 2.45 | 7.18 | 5.69 | 1.72 | - | 0.68 | 2.74 | 0.71 | 1 |
| Anzahl der von beiden Lokomotiven geflechten Wagen 3020 | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|--------|-------|--------|--------|-------|---|---|---|---|----|
| Rampenlok | in 10 Stunden | 209.33 | 12.15 | 199.83 | 107.80 | 70.90 | - | - | - | - | 14 |
| | Durchschnitt für eine Schleppfahrt | 14.95 | 0.87 | 14.27 | 7.70 | 5.06 | - | - | - | - | 1 |
| Anzahl der von der Rampenlokomotive geflechten Wagen 422 | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|---|-------|--------|-------|----|
| Gesamtsumme (Schleppl. 1, 2, Rampenl.) | in 24 Stunden | 1311.85 | 218.10 | 802.58 | 585.43 | 215.30 | - | 56.70 | 230.05 | 60.00 | 98 |
| | Durchschnitt für eine Schleppfahrt | 13.34 | 2.23 | 8.19 | 5.97 | 2.20 | - | 0.58 | 2.35 | 0.61 | 1 |
| Anzahl der von Lok 1, 2 u. Rampenlok geflechten Wagen 3442 | | | | | | | | | | | |

Abb. 5a.

Auswertungsbogen für den Schleppbetrieb.

1925

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|---|----|
| Schlepplok 1 | in 16 Stunden | 469.42 | 82.76 | 135.50 | 149.12 | 52.42 | 19.46 | 33.07 | 18.09 | - | 42 |
| | Durchschnitt für eine Schleppfahrt | 11.17 | 1.97 | 3.22 | 3.55 | 1.25 | 0.46 | 0.79 | 0.43 | - | 1 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|------|-------|-------|---|----|
| Schlepplok 2 | in 16 Stunden | 422.88 | 108.15 | 135.43 | 169.15 | 64.26 | 4.44 | 40.46 | 15.30 | - | 38 |
| | Durchschnitt für eine Schleppfahrt | 11.13 | 2.83 | 3.56 | 4.45 | 1.69 | 0.12 | 1.06 | 0.40 | - | 1 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|---|----|
| Gesamtsumme (Schlepplok 1, 2) | in 16 Stunden | 892.30 | 190.91 | 270.93 | 318.27 | 116.68 | 23.90 | 73.53 | 33.39 | - | 80 |
| | Durchschnitt für eine Schleppfahrt | 11.15 | 2.39 | 3.39 | 3.98 | 1.46 | 0.36 | 0.92 | 0.42 | - | 1 |
| Anzahl der von beiden Lokomotiven geflechten Wagen 3125 | | | | | | | | | | | |

Abb. 5b.

1930

Das kürzeste Ablaufgleis (111) war hierbei am stärksten beteiligt.

d) Die Talfahrt dauerte im Mittel 5,3 Min. bei Schwankungen von 3,5 bis 9,5 Min. und einer durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit von 15,0 km/h. Etwa 45% aller zurückkehrenden Schlepplokomotiven wurden aus den oben angegebenen Gründen vor dem Einfahrtsignal der Einfahrgruppe abgesperrt. Gesamtdauer der Wartezeit 136,5 Min. = rund $2\frac{1}{4}$ Lokomotivstunden.

Die durchschnittliche Istumlaufzeit einschließlich aller Nebenarbeiten und Unterbrechungen betrug 33,6 Min.

Bei den Rampenfahrten ergaben sich ähnliche Verlustzeiten. Die Wartezeit nach Fertigstellung der Schleppfahrt betrug hier im Durchschnitt 0,9 Min., die Bergfahrt 10,2 Min. bei einer mittleren Geschwindigkeit von nur 8,7 km/h. Diese geringe Durchschnittsgeschwindigkeit ist auf die schwache Bauart der Rampenlokomotiven zurückzuführen. Die Aufenthaltsdauer auf dem Berge war erheblich größer als bei den

Schlepplokomotiven (im Mittel 14,3 Min.), was in der Hauptsache auf das Fehlen eines besonderen Lokomotivgleises auf der Südseite des Ablaufberges zurückzuführen ist.

2. Folgerungen aus den Auswertungsergebnissen.

Die Aufgabe der betriebswissenschaftlichen Auswertung bestand nun darin, durch organisatorische Maßnahmen und bauliche Verbesserungen alle vermeidbaren Unterbrechungen im Schleppdienst zu beseitigen und die unvermeidbaren zu verringern. Im einzelnen wurde folgendes veranlaßt, und zwar für den Schleppverkehr aus der Einfahrgruppe (Schlepplokomotiven 1 und 2).

a) In der Einfahrgruppe. Die Arbeitsleistungen der Schlepplokomotiven für das Bilden der Schleppfahrten können dann verringert werden, wenn die Ablaufgleise verlängert und die zulässigen Zuggewichte erhöht werden. Beide Maßnahmen konnten verwirklicht werden. Die Verlängerung der Ablaufgleise ist nachstehend im Abschnitt C behandelt. Die zulässigen Zuggewichte konnten unter Beibehaltung der gleichen Schlepplokomotiven erhöht werden, weil die Halte vor dem Signal Ö1/4 mit Sicherheit weggebracht werden konnten und daher nicht mehr darauf Rücksicht genommen zu werden brauchte, daß schwere Schleppfahrten in der Steigungsstrecke von 1:70 bis 1:80 anfahren müssen. Näheres hierüber siehe unter b) Bergfahrt. Wenn die hierdurch für den Schlepplokomotivumlauf gewonnenen Zeiten sich bei einem Vergleich der Auswertungsbogen Abb. 5a und Abb. 5b nur als unwesentlich herausstellen, so ist dies darauf zurückzuführen, daß bei dem verhältnismäßig schwachen Verkehr am 19./20. September 1930 (Abb. 5b) die Zugbildungsarbeiten durch das Zusammensetzen kurzer Einfahrzüge zu Schleppfahrten recht umfangreich waren. Bei starkem Verkehr treten hierbei sicherlich Zeitgewinne auf.

Bei der Vorbereitungszeit in der Einfahrgruppe hatten sich keine vermeidbaren Verlustzeiten ergeben, dagegen waren wesentliche Wartezeiten der Schleppfahrten nach Abfahrbereitschaft festgestellt worden. Ihre Beseitigung ist neben der im Teil II behandelten baulichen Vervollkommnung der Einfahrgruppe und neben der im Teil IV zu behandelnden Leistungssteigerung auf dem Ablaufberg auch eine Frage der Erziehung des Personals. Es ist notwendig, daß bei Kreuzungen von Schleppfahrten mit Zugein- und -ausfahrten jedesmal genau erwogen wird, welcher Fahrt der Vorrang zu geben ist. Der Vershubverkehr wird immer hinter dem Schleppverkehr zurückzutreten haben und auch der Zugverkehr wird gelegentlich zurücktreten müssen, wenn es die Verhältnisse erfordern. Eine Besserung nach dieser Richtung ist aber nur dann erreichbar, wenn das gesamte in Frage kommende Personal der Einfahrgruppe über die Wichtigkeit des Schleppverkehrs genau unterrichtet ist, und wenn es die Möglichkeit hat, sich jederzeit eine genaue Kenntnis von der jeweiligen Lage auf dem Ablaufberg zu verschaffen. Eine lediglich fernmündliche Verständigung reicht hierzu nicht aus, da sie erfahrungsgemäß nur selten benutzt wird. Es war deshalb notwendig, eine Anlage zu schaffen, die in einem Schaubild die jeweilige Lage auf dem Ablaufberg selbsttätig anzeigt. In der Einfahrgruppe treten in dieser Beziehung folgende Fragen auf: Welche Ablaufgleise sind besetzt?; welche Ablaufgleise sind frei?; auf welchem Ablaufgleis läuft z. Z. ein Zug ab? und wie weit ist der Ablauf fortgeschritten? Am vollkommensten wurden diese Fragen durch die ursprünglich eingebaute in Abb. 6 gezeigte Anlage beantwortet. Die vier Ablaufgleise waren durch vier Reihen von je 100 kleinen Lampen dargestellt. Jede auf dem Ablaufberg einfahrende Achse brachte über eine von Schienenkontakten betätigte Zählvorrichtung eine Lampe zum Aufleuchten, jede ablaufende Achse und die Achsen der zurückfahrenden Schlepplokomotiven eine Lampe zum Verlöschen, so daß in jedem Augenblick ein völlig genaues Bild von der Zahl der in jedem Ablaufgleis stehenden Achsen vorhanden

war. Leider zwangen die schwierigen Betriebsverhältnisse durch die zu langen Schleppfahrten und das häufig eintretende „Abhacken“ die technisch einwandfrei arbeitende Einzähl-anlage durch eine andere Lösung zu ersetzen. Bei der nunmehr seit zwei Jahren im Betrieb befindlichen abgeänderten Anlage (Abb. 7)* sind die vier Gleise auf dem Ablaufberg durch stromdichte Schienenstöße je in drei Abschnitte zerlegt. Jeder dieser isolierten Gleisabschnitte entspricht in der Betriebs-schautafel einem Leuchtstreifen, der aufleuchtet, wenn der Abschnitt wenigstens durch eine Achse besetzt ist. Diese Anlage läßt einwandfrei völlige Besetzung und Gleisfreiheit erkennen und sie gibt durch die Unterteilung in drei Abschnitte ein ausreichendes Bild über das Fortschreiten des Ablaufs. Diese Betriebs-schautafel, die sich recht gut bewährt hat, macht Ferngespräche zwischen Einfahrgruppe und Ablaufberg

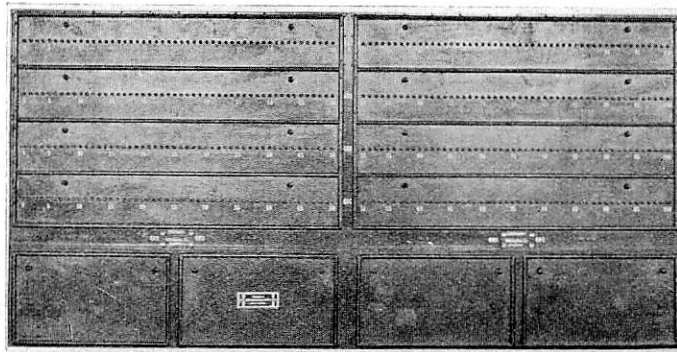


Abb. 6. Betriebs-schautafel (erste Ausführung).

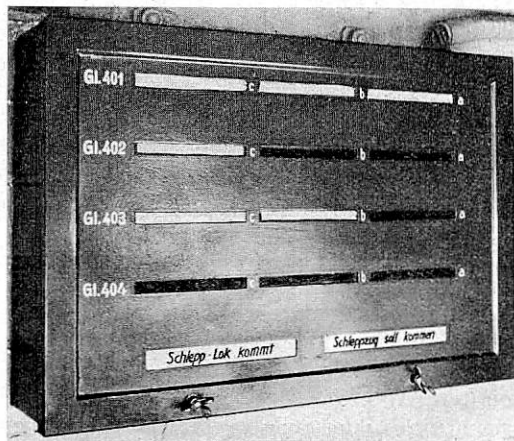


Abb. 7. Betriebs-schautafel (seit 1928).

fast überflüssig. Sie erleichtert ein richtiges Disponieren und gibt dem Fahrdienstleiter vor allen Dingen die Möglichkeit, die Schleppfahrten so abzuschicken, daß sie weder vor dem Einfahrsignal des Ablaufbergs aufgehalten werden, noch daß sie so spät kommen, daß unnötige den Ablauf kreuzende Einfahrten entstehen.

Da auch das ursprüngliche telegraphische, später fernmündliche Zugmeldeverfahren Verlustzeiten brachte, werden nunmehr in Verbindung mit vorstehender Betriebs-schautafel auch die Zugmeldungen durch eine teils optisch, teils akustisch wirkende Meldeanlage gegeben*).

b) Bei der Bergfahrt waren wesentliche Verbesserungen möglich. Zunächst war auch hier wieder straffste Erziehung des Personals die Hauptvoraussetzung für eine Leistungssteigerung.

* Näheres hierüber siehe Aufsatz in diesem Heft „Sicherheitseinrichtungen und Fernmeldeanlagen“ von Reichsbahnoberrat Rudolf Lehmann.

Der ständige Wechsel in den Schlepplokomotivpersonalen mußte aufhören. Im Gegensatz zum bisherigen Brauch waren ganz besonders befähigte Lokomotivführer zum Schleppdienst heranzuziehen, eine Forderung, die für den Rangierdienst an allen wichtigen Betriebspunkten gestellt werden sollte. Besonders wichtig war es, die Aufenthalte der Schleppfahrten vor dem Einfahrsignal in die Ablaufgleise wegzubringen. Dies wurde durch eine akustisch wirkende Ankündigungsvorrichtung — Hupe — erreicht, die sich selbst einschaltet, wenn der Zug einen in bestimmter Entfernung vor dem Einfahrsignal liegenden Schienenkontakt überfährt. Die Entfernung dieses Schienenkontaktes vom Einfahrsignal wurde so bemessen, daß bei den den Ablauf kreuzenden Schleppfahrten die Fahrzeit bis zum Signal ausreicht, um den Ablauf zu unterbrechen, die Fahrstraße einzustellen und das Signal in Fahrtstellung zu bringen, ohne daß der Schlepplokomotivführer die Geschwindigkeit zu ermäßigen braucht.

Zur Beseitigung der Zeitverluste, die sich durch zu langsame Einfahrt auf dem Ablaufberg ergeben hatten, war es notwendig, Einrichtungen zu schaffen, die dem Lokomotivführer gestatten, seine volle Aufmerksamkeit auf die vor ihm liegende Strecke zu verwenden. Vor dem Einbau der Seilablaufanlage wurde dies folgendermaßen erreicht. Es wurde



Abb. 8. Signal für die Schlepplokomotivführer.

am Ende des Ablaufberges ein Lichttagessignal aufgestellt, durch das die Aufträge „Halt“, „Vorrücken“, „Nachlassen“ und „Abkuppeln“ durch verschiedene Signalbilder gegeben werden konnten (Abb. 8). Das Signal hat sich gut bewährt; es konnte nach Einbau der Seilablaufanlage aufgegeben werden, weil es dann für das Anhängen des Zuges an das Seil zweckmäßiger war, bis an das Ende der Ablaufgleise vorzufahren; damit hatte der Schlepplokomotivführer dann für jede Fahrt den gleichen Endpunkt.

c) Die Aufenthaltsdauer der Schlepplokomotiven auf dem Berge konnte durch die nachstehend in Abschnitt C behandelten baulichen Maßnahmen wesentlich vermindert werden. Während im Jahre 1925 (vergl. Abb. 5a) die durchschnittliche Aufenthaltsdauer 7,2 Min. betragen hat, wurden 1930 (Abb. 5b) nur 3,4 Min. gebraucht, so daß allein durch diese Maßnahmen rund 4 Min. Schleppfahrt oder rund fünf Lokomotivstunden/Tag gewonnen werden konnten.

d) Die Wartezeiten der zurückfahrenden Schlepplokomotiven bei der Talfahrt vor dem Einfahrsignal der Einfahrgruppe wurden durch Unterrichtung des Personals und durch die bereits unter a) erwähnte Zugmeldeanlage ebenfalls vermindert, und zwar von 136,5 Min. (1925) auf 103,8 Min. (1930).

e) Die sonstigen Arbeiten und Unterbrechungen der Schlepplokomotiven (Lokomotivwechsel, Wasserfassen und Unterbrechungen verschiedener Art) konnten wesentlich ver-

ringert werden (1925 286,8 Min., 1930 179,8 Min.). Diese Verlustzeiten würden bei Einführung elektrischen Schleppbetriebs ganz entfallen. Näheres hierüber s. Abschnitt D.

Für die Rampenfahrten ergab sich sinngemäß das gleiche. Hier wurden durch organisatorische und bauliche Maßnahmen (vergl. nächsten Abschnitt), insbesondere die durch die schwachen Maschinen bedingten langen Fahrzeiten und die sich auf den Ablauf nachteilig auswirkenden unregelmäßigen Zeiten des Abschleppens beseitigt.

C. Die baulichen Veränderungen.

Gegen das Bestreben, die Schleppfahrten besser auszulasten und die Anzahl der Bremsen zu verringern, wurden Bedenken geltend gemacht, daß ein vor dem Signal Ö 1/4 gestellter und wiederanfahrender Zug leicht zerreißen könne. Um für diesen Fall eine Sicherung für die Einfahrgruppe zu schaffen, wurde auf dem Schleppgleise 111 ein Sandgleis nach Köpcke eingebaut (vergl. Lageplan Abb. 2, Taf. 1). Die Abzweigweiche liegt etwas unterhalb von dem Punkte, an dem der unterste Wagen einer Schleppfahrt steht, wenn diese vor dem Einfahrsignal Ö 1/4 des Ablaufberges zum Halten gebracht wird. Das Umstellen der Sandgleisweiche auf Durchfahrt beim Nahen einer Schleppfahrt und auf Sandgleis nach Durchfahrt der letzten Achse bereitete gewisse Schwierigkeiten.

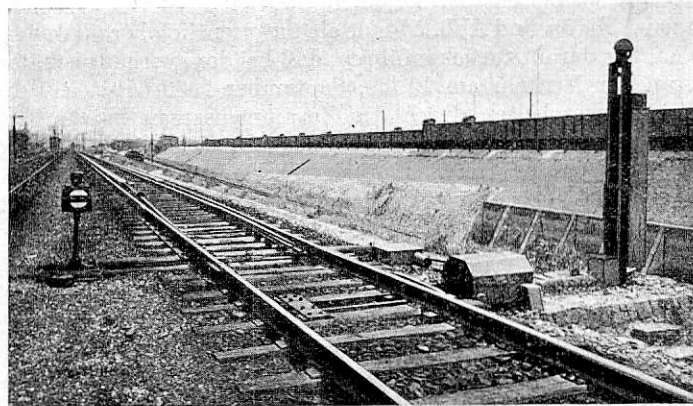


Abb. 9. Schwerkraftweiche.

Ein besonderer Posten kam aus wirtschaftlichen Gründen nicht in Frage; ebenso mußte das Einbeziehen in eine Stellerei aus sicherungstechnischen Gründen ausscheiden, da die nächste Stellerei mehr als 400 m von der Zungenspitze entfernt liegt. Die Wahl fiel schließlich auf einen selbsttätig arbeitenden Antrieb nach dem Fallkraftprinzip (Abb. 9), der sich in fast vierjähriger Betriebsdauer gut bewährt hat*).

Die Hauptmöglichkeiten für eine Verbesserung des Schleppverkehrs durch bauliche Maßnahmen lagen in einer Verlängerung der Ablaufgleise. Da eine Verlängerung über den bisherigen Endpunkt des Berges hinaus wegen der dann notwendigen Überbrückung der Hamburger Straße durch ein etwa 20 m hohes und 80 m langes Brückenbauwerk für fünf Gleise und wegen des weiter notwendigen Erwerbs eines sehr wertvollen Fabrikgrundstücks nicht in Frage kam, mußte eine Lösung gesucht werden, bei der eine möglichst weitgehende Verlängerung der Ablaufgleise innerhalb des vorhandenen Planums erreicht werden konnte. Eine straffe Zusammenfassung der z. T. aufgelösten Weichenstraße am Fuße des Ablaufberges und der Ersatz der einfachen Weichen am Ende des Ablaufberges durch eine Drehweiche machten

*) Vergl. „Der Fallkraftantrieb der Eisenbahnsignal-Bauanstalten Max Jüdel, Stahmer, Bruchsal A.-G. von Reichsbahnoberrat Buddenberg, Berlin in der Zeitschrift „Das Stellwerk“ Jahrgang 1927, Heft 9, Seite 66.

dies möglich, wie dies aus einem Vergleich der Abb. 10a und 10b hervorgeht. Zusammenstellung 2 zeigt den Gewinn bei den einzelnen Gleisen.

eingestellt ist, in gerader Fahrt den Ablaufpunkt überkreuzen. Um die großen Störungen zu beseitigen, die das Schleppen der Fahrten von der Umladehalle für den Ablauf gebracht

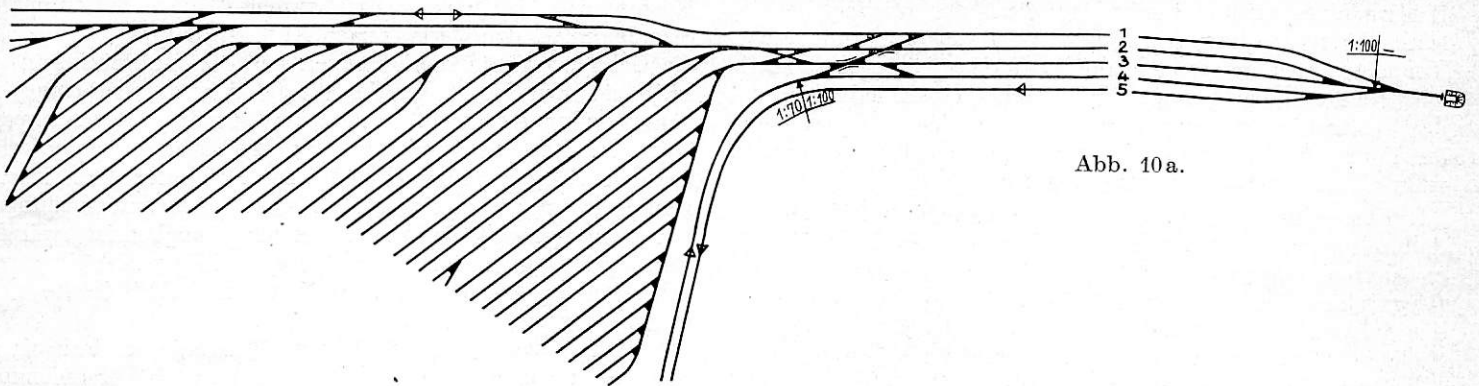


Abb. 10 a.

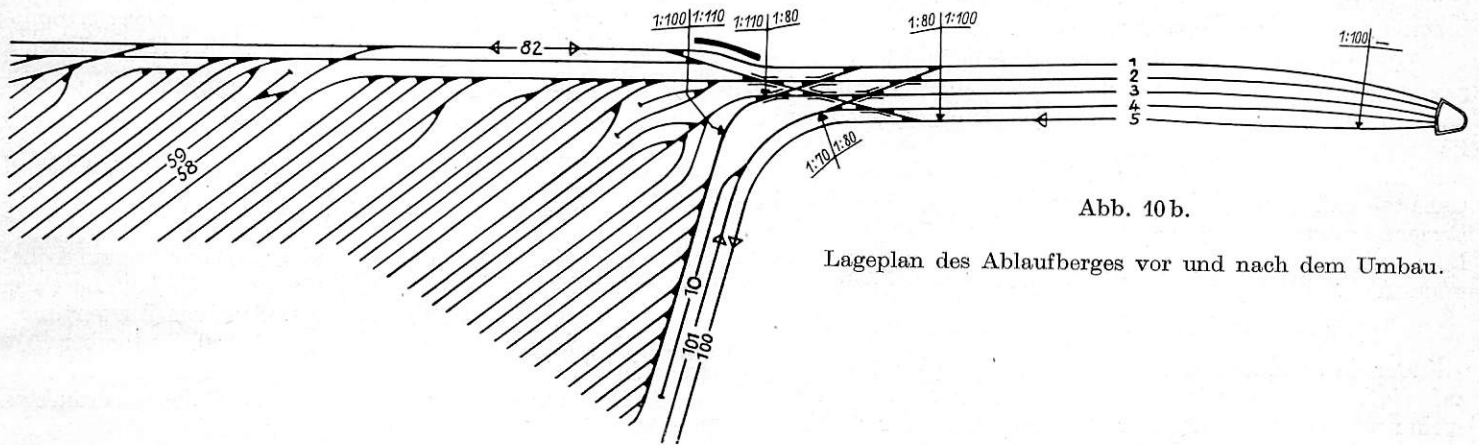


Abb. 10 b.

Lageplan des Ablaufberges vor und nach dem Umbau.

Zusammenstellung 2.

| Bei Fahrten von der | Gleis 1 Einfahr- gruppe m | Gleis 1 südlichen Bahn- hofsseite m | Gleis 2 m | Gleis 3 m | Gleis 4 m |
|----------------------------|------------------------------------|---|--------------|--------------|--------------|
| Länge | | | | | |
| vor dem Umbau . . | 320 | 360 | 290 | 300 | 280 |
| nach dem Umbau . . | 345 | 430 | 360 | 400 | 405 |
| Gewinn | 25 | 70 | 70 | 100 | 125 |
| oder in Achsen ausgedrückt | | | | | |
| Aufnahme- fähigkeit | | | | | |
| vor dem Umbau . . | 69 | 78 | 63 | 65 | 61 |
| nach dem Umbau . . | 75 | 93 | 78 | 87 | 88 |
| Gewinn | 6 | 15 | 15 | 22 | 27 |

Als weitere bauliche Maßnahme zur Verbesserung des Schleppverkehrs ist der Bau des Abstellgleises 10 anzusehen. Dieses Gleis hat die Aufgabe, die beim sogenannten „Abhacken“ anfallenden überzähligen Wagen, soweit sie nicht sofort nach den Richtungsgleisen ablaufen können, aufzunehmen. Die Lage der Abzweigweiche vom Schleppgleis ist so gewählt, daß zwischen ihr und der Drehweiche eine 120 Achsen lange Schleppfahrt Platz findet.

Einer Verbesserung des Schleppverkehrs auf der südlichen Bahnhofseite dient in der Hauptsache die gleichfalls aus Abb. 10b ersichtliche gerade Weichenstraße zwischen dem Lokomotivrückfahr Gleis 5 und dem Auffahrgleis 82 von der Südseite. Die nach dieser Seite fahrenden Lokomotiven haben nunmehr von der Drehweiche auf dem Lokomotivgleis zurückzufahren und können von dort aus, sobald der Ablauf

hat, sind für diesen Verkehr zwei besondere Gleise 58 und 59 vorgesehen. In das Gleis 58 werden die Umladehallenzüge von der Rampenlokomotive vorgezogen. Kurze Züge werden in diesem Gleis ausgelastet; z. B. durch Spezialwagen usw. aus den Hinterstellungsgleisen 243 bis 245. Die Rampenlokomotive fährt sodann auf dem Gleis 59 wieder zur Umladehalle zurück und steht dort sofort zu neuer Tätigkeit bereit. Der in Gleis 58 hinterstellte Zug wird, sobald das Ablaufgleis 1 zu füllen ist, von einer Schlepplokomotive geholt. Die großen Vorzüge dieser Regelung gehen aus Abschnitt IV noch näher hervor.

D. Maßnahmen zur Verringerung der Schleppkosten.

1. Verringerung der Personalkosten.

Eine Verringerung der Personalkosten im Schleppdienst ließ sich auf mehrfache Weise erreichen. Einmal konnte die Bremsmannschaft der Schleppfahrten verringert werden. Die ursprüngliche Forderung einer Bremsbesetzung nach den Fahrdienstvorschriften war zu weitgehend, da die Schleppfahrten innerhalb des Bahnhofs bleiben — also Rangierfahrten und nicht Züge sind — und ein Gegengefälle auf der Schleppstrecke nicht vorkommt. Die Schleppfahrtbegleiter haben nur die Aufgabe, die Schleppfahrt nach der Einfahrt auf dem Ablaufberg festzubremsen und bei etwaigen Zugzerreißen den abgetrennten Zugteil zu halten. Da zum Festbremsen der Züge auf dem Berge zwei Bremser genügen, war es möglich, die Besetzung von vier auf zwei Köpfe für eine Lokomotive zu vermindern, nachdem als Sicherung bei Zugzerreißen das unter C behandelte Sandgleis eingebaut worden war. Am einfachsten wäre es gewesen, die Züge unter Verwendung der durchgehenden Druckluftbremse auf den Berg zu fahren, weil dann ein Schlußbremser genügt hätte. Die nach dieser Richtung hin angestellten Versuche

fürten jedoch zu keinem Ergebnis. Einmal verursachten die zahlreichen handgebremst ankommenden Übergabezüge Schwierigkeiten, zum anderen war der Zeitverlust für die Schlepplokomotiven durch Auffüllen der vielfach völlig leeren Bremsapparate und durch die Bremsprobe untragbar. Vor allem aber entstanden auf dem Ablaufberge große Zeitverluste durch das Trennen der Luftschlauchverbindungen und das Lockerhängen, ganz abgesehen von den Verzögerungen im Ablaufbetrieb durch die Wagen, bei denen sich die Bremsen während des Ablaufs selbsttätig anlegten.

Eine weitere Verminderung des Personalaufwandes wurde dadurch möglich, daß nach dem Einbau der unter B, 2a) erwähnten Betriebsschautafel mit Zugmeldeanlage auf das telegraphische oder fernmündliche Anbieten und Annehmen der Schleppfahrten verzichtet und dadurch das Personal der Stellerei 20 um einen Mann verringert werden konnte.

Durch Einführung von verschiedenen Betriebspausen mit einer Gesamtdauer von 8 Stunden täglich konnte der Personalbestand noch weiter verringert werden.

Die insgesamt im Schleppdienst erreichte Personalverminderung beträgt rund 24 Mann, was einer Verringerung der Schleppkosten unter der Annahme gleicher Gehalts- und Lohnsätze für 1925 und 1930 um rund 190 $\mathcal{R}\mathcal{M}$ täglich entspricht. Infolge der in der Zwischenzeit stattgefundenen Gehalts- und Lohnerhöhungen beträgt die Verringerung der Personalkosten im Schleppdienst aber nur 54 $\mathcal{R}\mathcal{M}$ täglich. Eine weitere Verminderung der Kosten läßt sich erreichen, wenn die Zahl der Schlepplokomotiven herabgesetzt wird.

2. Verringerung der Lokomotivkosten.

Der Hauptanteil der gesamten Schleppkosten entfällt auf die Lokomotivkosten. Im folgenden werden die Untersuchungen gestreift, die zur Verminderung der Zahl der Schlepplokomotiven angestellt wurden.

a) Die Zahl der erforderlichen Schlepplokomotiven ist von der Leistungsfähigkeit des Ablaufberges abhängig. Ein gleichmäßiger Abfluß vom Ablaufberg in die Richtunggleise bedingt eine gleichmäßige Füllung des Ablaufberges im Schleppbetrieb. Wenn t_z die mittlere Ablaufdauer eines Zuges, t_0 die durchschnittliche Zwischenzeit (Gleiswechsel), u die Umlaufzeit einer Schleppmaschine, u_0 die Zeit der in der Einfahrgruppe erforderlichen Rangierarbeit, k die Dauer einer kreuzenden Einfahrt und z die Zahl der eingesetzten Schlepplokomotiven ist, so ergibt sich in der Zeit T

$$\text{die Ablaufleistung zu } l_a = \frac{T}{t_z + t_0 + \frac{k}{4}} \text{ Züge,}$$

$$\text{die Schleppleistung zu } l_s = z \frac{T}{u + u_0} \text{ Züge.}$$

Da $l_a = l_s$ sein muß, ergibt sich

$$z = \frac{u + u_0}{t_z + t_0 + \frac{k}{4}}$$

Bei einer mittleren Ablaufdauer einschließlich der unvermeidbaren Unterbrechungen von $t_z = 11,9$ Min. (vergl. Abschnitt IV, Abb. 14a, Spalte 3 + 4 + 5 + 6), einer Zwischenzeit $t_0 = 0,7$ Min., einer Umlaufzeit $u = 22,8$ Min. (aus Abb. 5a, Spalte 3 + 4 + 5), einer Rangierzeit $u_0 = 2,0$ Min. und der Dauer einer kreuzenden Einfahrt $k = 5,2$ Min. ergibt sich $z = 1,78$, d. h. zwei Schleppmaschinen reichen zur Beschickung des Ablaufberges aus.

Es war insofern möglich, die Rampenlokomotive aus dem Schleppdienst zurückzuziehen. Damit traten zwei Vorteile ein: Einmal fielen die im Abschnitt IV näher behandelten Störungen im Ablaufbetrieb durch die Rampen-

lokomotive weg, zum anderen wurden die Schleppkosten bei Annahme der Gehalts- und Lohnsätze von 1925 um rund 270 $\mathcal{R}\mathcal{M}$, tatsächlich aber um 194 $\mathcal{R}\mathcal{M}$ täglich verringert. Die Kostenkurve für einen geschleppten Wagen hat nun im Stundenmittel den Verlauf nach Abb. 4b, Kurve B. Bleiben die Gehalts- und Lohnerhöhungen seit 1925 unberücksichtigt, ergibt sich Kurve C. Gegen den Wegfall der Rampenlokomotive könnte geltend gemacht werden, daß der bei jeder Rampenfahrt für die Schlepplokomotive der Einfahrgruppe eintretende Zeitgewinn zweckmäßig für Rangierarbeiten in der Einfahrgruppe ausgenutzt werden kann. Sonderuntersuchungen haben aber gezeigt, daß dies meist nicht möglich ist, weil die Rangierarbeiten in der Einfahrgruppe völlig unabhängig von dem Schleppverkehr auf der südlichen Bahnhofseite notwendig werden.

b) Die Zahl der Schlepplokomotiven bei einer Steigerung der Ablaufleistungen ist nach Vorstehendem ohne weiteres gegeben. Wird z. B. t_z auf 8,5 Min. verbessert, so ergibt sich $z = 2,36$, d. h. es müssen entweder drei Schlepplokomotiven eingesetzt werden, die dann bei jedem Umlauf in der Einfahrgruppe eine verfügbare Rangierzeit von

$$u_0 = 3 \cdot \left(t_z + t_0 + \frac{k}{4} \right) - u = 8,7 \text{ Min.}$$

haben, oder die Umlaufzeit der Schlepplokomotiven muß auf

$$u = 2 \cdot \left(t_z + t_0 + \frac{k}{4} \right) - u_0 = 19,0 \text{ Min.}$$

verkürzt werden, wenn auch bei dieser Ablaufzeit zwei Lokomotiven reichen sollen. Die Verkürzung der Umlaufdauer von 22,8 auf 19,0 Min. erscheint möglich. Aus dem Auswertungsbogen Abb. 5b ergibt sich z. B. für den 19./20. September 1930 eine reine Umlaufzeit von 16,9 Min. (Spalte 3, 4 und 5).

Auf die weitere Auswertung soll wegen des beschränkten Platzes nicht näher eingegangen werden. Für die Frage der Schleppkosten ist aber noch von Bedeutung, welche

c) Schleppleistungen mit einer Lokomotive im Höchstfalle erzielt werden können. Auswertungsbogen Abb. 5b zeigt, daß die Spalten 6 und 10 ohne weiteres als vermeidbare Verlustzeit angesprochen werden müssen. Es erscheint weiterhin möglich, die Arbeiten für das Bilden der Schleppzüge und die sonstigen Verscharbeiten vollständig auf die Zugmaschinen oder die Rangierlokomotive zu übertragen, so daß auch die Spalten 6 und 8 als vermeidbare Verlustzeit anzusehen wären. In diesem Falle würden für die 80 Fahrten eine Gesamtzeit von

$$1920,00 - (318,27 + 33,39 + 116,68 + 23,90) = 1427,76 \text{ Min.}$$

zur Verfügung gestanden haben, d. h. die Lokomotivumlaufzeit hätte einschließlich aller unvermeidbaren Verlustzeiten 17,8 Min. betragen. Diese Umlaufzeit würde also drei Schleppfahrten in der Stunde oder nur 240 Achsen Schlepp- und damit auch Ablaufleistung ermöglichen. Schon eine überschlägliche Vergleichsberechnung zeigt, daß der bisher eingeschlagene Weg, bei mangelndem Lastenanfall Betriebspausen einzulegen, günstiger ist, als mit nur einer Schlepplokomotive voll zu arbeiten. Diese Verhältnisse ändern sich jedoch sofort, wenn es gelingt, die Umlaufdauer einer Schlepplokomotive so zu beschleunigen, daß vier bis fünf Schleppfahrten in der Stunde, d. h. also Schleppleistungen von im Mittel etwa 360 Achsen erreicht werden. Dies erscheint möglich bei

d) elektrischem Schleppbetrieb. Eine auf Grund genauer Entwürfe angestellte Vergleichsberechnung hat ergeben, daß es bei den in Dresden-Friedrichstadt vorliegenden Verhältnissen unbedingt wirtschaftlich ist, den Schleppbetrieb mit Dampflokomotiven durch elektrischen Betrieb zu ersetzen. Die Vorteile der elektrischen Schleppzugförderung liegen für den Betrieb in einer größeren Anfahrbeschleunigung, einer höheren Fahrgeschwindigkeit, in der Möglichkeit, größere Zuggewichte abzuschleppen und im Wegfall der bei Dampf-

betrieb unvermeidbaren Unterbrechungen durch Wasserfassen, Lokomotivwechsel u. dergl. Nach den angestellten Berechnungen ergab sich bei elektrischen Lokomotiven eine mögliche Durchschnittsgeschwindigkeit von 20 km/Std., was einen Gewinn von etwa $\frac{1}{3}$ der bisher benötigten Fahrzeit ausmacht. Nach Auswertungsbogen Abb. 5b würde dann die Umlaufzeit für 80 Schleppfahrten nur noch $\frac{2}{3} \cdot 892,33 + 190,90 + 271,00 = 1057$ Min. oder ein Schlepplokomotivumlauf 13,2 Min. betragen. Diese Zahlen beweisen, daß es sich lohnt, die Frage des elektrischen Schleppbetriebs weiter zu verfolgen. Bei Ausführung der gesamten Schleppleistungen durch eine Lokomotive würden sich am Beobachtungstage die Behandlungskosten für einen Wagen aus Kurve D der Abb. 4b (Einheitskostensätze von 1930) oder aus Kurve E (Einheitskostensätze von 1925) ergeben, im Mittel also nur 0,16 oder 0,13 *R.M.*/Wagen betragen, wobei noch nicht berücksichtigt ist, daß die Förderkosten im elektrischen Betrieb nach den angestellten Untersuchungen niedriger sind als im Dampf-betrieb.

E. Der Schleppdienst am Ende des Jahres 1930.

Seit 1927 wird der gesamte Schleppverkehr von der Einfahrgruppe und von der südlichen Bahnhofseite bei starkem Verkehr mit zwei großen Schlepplokomotiven, bei schwachem Verkehr mit einer Schlepplokomotive und der Rampenlokomotive ausgeführt. Jede Schleppfahrt ist mit zwei Mann besetzt, ein weiterer ist jeder Schlepplokomotive als Rangierzettelaufschreiber zugeteilt*).

Der Auswahl der Schlepplokomotivführer wurde besonderer Wert beigemessen. Es werden jetzt nur noch ständige mit der Eigenart des Bahnhofs vertraute, besonders bewährte Lokomotivführer verwendet. Die Verlängerung der Berggleise hat sich sehr günstig ausgewirkt. Die Schleppfahrten werden jetzt bis zu 93 Achsen ausgelastet, so daß es möglich geworden ist, die Rangierarbeit in der Einfahrgruppe zu vermindern und etwa 70% aller ankommenden Züge gegen rund 50% im Jahre 1925 ohne Umbildung als Schleppfahrten zu fahren. Die Schleppstrecke ist durch ein weiteres Signal unterteilt, so daß die Schleppfolge verkürzt werden kann. Ein Anhalten vor dem Einfahrsignal des Ablaufberges kommt nicht mehr vor. Die regelmäßige Besetzung der Gleise in der Reihenfolge 4, 3, 2, 1, 4, 3, 2, 1, wird streng eingehalten. Hierdurch hat sich die Zahl der den Ablauf kreuzenden Einfahrten wesentlich vermindert. Sämtliche Schleppzüge fahren nach Inbetriebnahme der Seilablaufanlage bis an das Ende des Ablaufberges vor. Die Schlepplokomotive wird vom Drehweichenwärter abgehängt und auf der Drehweiche nach dem Lokomotivrückfahrgeleise abgedreht. Vor der Reiterstellerei ist ein Signal aufgestellt, das dem Führer anzeigt, ob er nach der Einfahrgruppe oder nach der südlichen Bahnhofseite zu fahren hat.

Der Schleppverkehr spielt sich nunmehr im allgemeinen reibungslos ab. Die Ergebnisse der Rationalisierung treten am deutlichsten bei einem Vergleich der Betriebs- und Arbeitsübersichten Abb. 1 u. 2, Taf. 5 hervor. In der gleichen Zeit höchster Betriebsbeanspruchung von 22 bis 2 Uhr sind 1925 von 3 Lokomotiven 14 Schleppfahrten, 1930 von zwei Lokomotiven 17 Fahrten geschleppt worden. Der Umlauf der Lokomotiven ist wesentlich flüssiger geworden. Die Auswirkung tritt besonders bei der Einfahrgruppe in Erscheinung. Der sehr starken Belegung der Gleise und den langen Wartezeiten der Züge von 1925 steht eine ganze Anzahl freier Einfahrgeleise und wesentlich kürzere Vorzeiten gegenüber. Auffällig sind auch die geringen Aufenthaltszeiten auf dem Ablaufberg im Jahre 1930 gegenüber denen von 1925.

*) Siehe Verf. „Der Ablauf mit Rangierzettel“ in diesem Heft.

An größten Leistungen sind im Herbst 1928 4600 Wagen Schleppleistung bei 24stündiger Betriebszeit und im September 1930 3200 Wagen bei 16stündiger Betriebszeit (umgerechnet ergibt dies 4800 Wagen in 24 Stunden) erreicht worden.

IV. Die Zugzerlegung.

A. Zustand vor Beginn der Rationalisierung (1925).

1. Schilderung der betrieblichen Vorgänge.

Für die eigentliche Zerlegung war in der Schicht eine Ablaufkolonne von neun Mann eingesetzt. Sie bestand aus:
1 Rangiermeister oder -aufseher, der den Ablauf leitete,
1 sogenannter Verteiler, der den Radvorleger zum Entkuppeln bediente,
1 Losgabler, der mit der Rangiergabel die Kupplungen löste, sowie
6 Langhängern und Bremsern, die im Wechsel die Schleppfahrten durch Aushängen der Notkupplungen und Langschrauben der Hauptkupplungen für den Ablauf vorbereiteten und hierauf unter Besetzung von zwei bis drei Handbremsen „abließen“.

Eine strenge Reihenfolge der Gleise beim Ablauf bestand nicht. Von der günstigsten Reihenfolge Gleis 4, 3, 2, 1 wurde

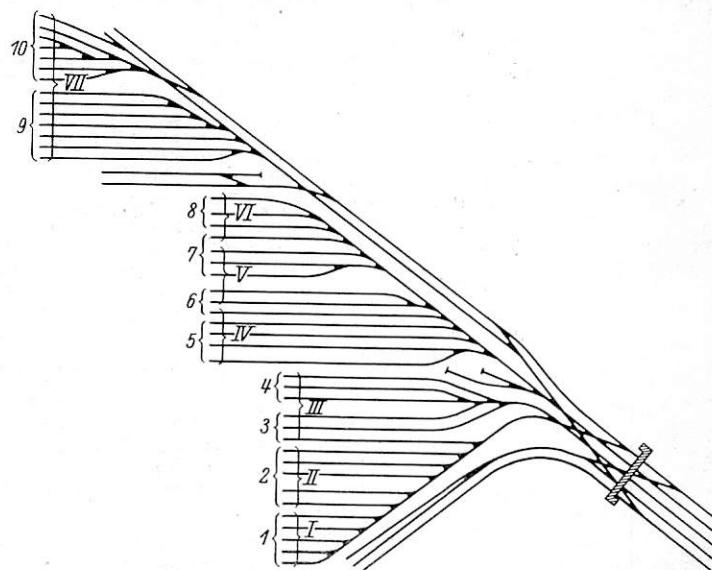


Abb. 11. Hemmschuhlagerbezirke.

häufig abgewichen, wenn dringende Wagen in einem Zuge standen, oder wenn z. B. Gleis 1 für eine sogenannte Rampenfahrt freigemacht werden mußte. Die Zuführungsgeschwindigkeit regelte der Verteiler durch Hornsignale an die Bremsen. Diese Art der Verständigung war — namentlich bei ungünstiger Witterung — ungenügend, und es kam häufig vor, daß schwere Züge bis in die ersten Verteilungswweichen hereinrutschen, wenn die Ablaufmannschaft mit dem Loshängen nicht nachkam. Das eigentliche Loshängen und die von der Ablaufmannschaft gefühlsmäßig dabei angewandte Technik, den Ablaufpunkt je nach den Erfordernissen zu verändern, ist an anderer Stelle dieses Heftes beschrieben*).

Der Ablauf unterlag häufigen Unterbrechungen, von denen in der Literatur in der Hauptsache die kreuzenden Einfahrten der Schleppfahrten erwähnt sind. Die obere Grenze der Leistungsfähigkeit lag bei etwa 3500 Wagen. Bei besonders günstigen Verhältnissen wurden wohl gelegentlich etwas höhere Leistungen erzielt, aber die in der Literatur erwähnte Leistungsfähigkeit**) von 5000 und sogar von 6000

*) Siehe Verf. „Ablauf mit veränderlichem Ablaufpunkt“ in diesem Heft.

**) Vergl. Ammann, „Die Leistungsfähigkeit von Ablaufanlagen auf Verschiebebahnhöfen“, Verkehrstechn. Woche 1910/11, Heft 41, Seite 1043.

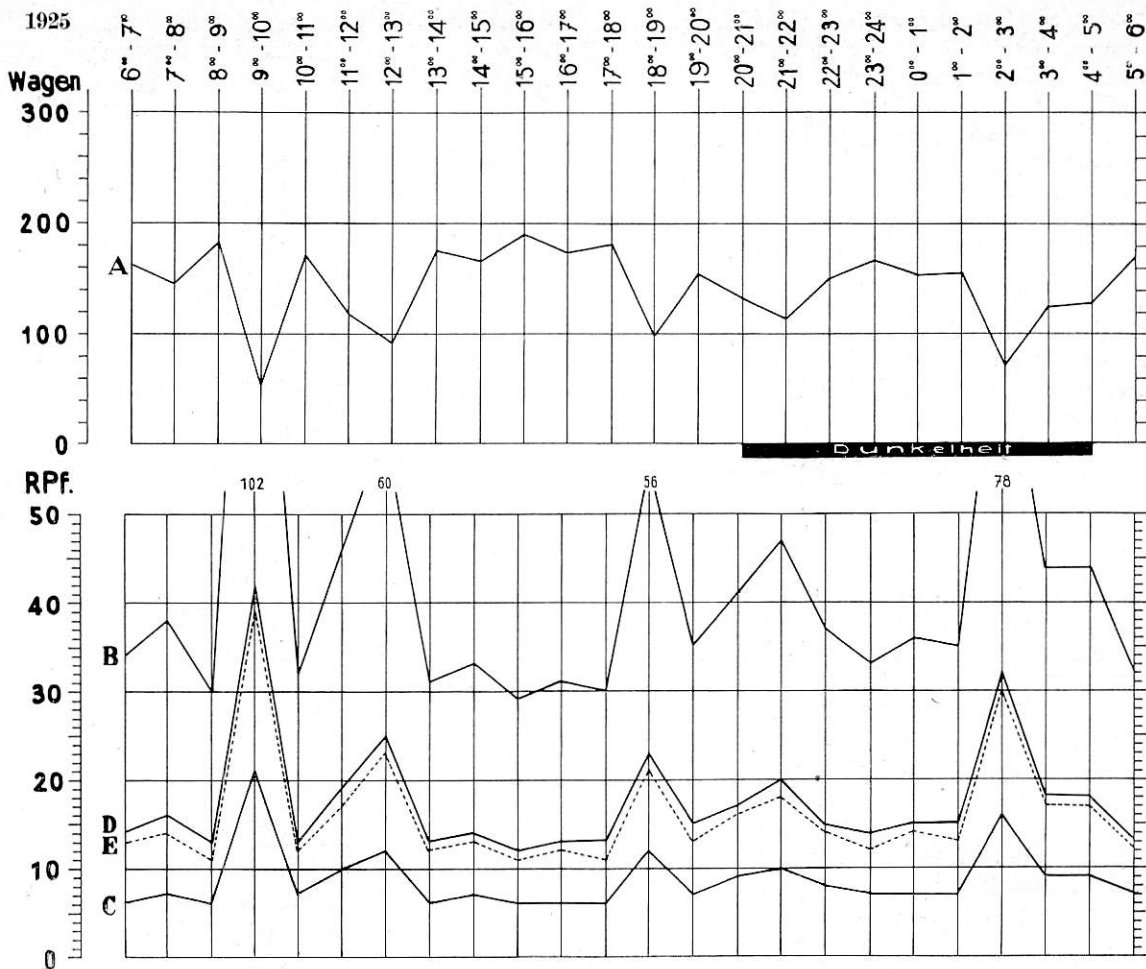


Abb. 12 a. Kosten der Zugzerlegung. 1925.

- A = Anzahl der stündlich abgelaufenen Wagen.
- B = Gesamtkosten der Zugzerlegung im Stundendurchschnitt.
- C = Kosten der eigentlichen Zerlegung im ..
- D = .. des freien Ablaufs in die Richtungsgleise im ..
- E = Sammelns in den Richtungsgleisen im ..
- B₁ bis E₁ = wie unter B bis E, aber mit Einheitskostensätzen von 1925.

Wagen ist praktisch sicher niemals erreicht worden. Diese Zahlenangaben sind aus den Ablaufzeiten einzelner Züge errechnet worden.

Der freie Ablauf bis in die Richtungsgleise vollzog sich verhältnismäßig langsam. Eine eigentliche Ablauframpe war nicht vorhanden; das Gefälle betrug durchgehend nur 1:100. Die trotzdem erreichte, für eine einseitige Anlage hohe Leistungsfähigkeit von 3500 Wagen ist — neben den geringen Zwischenzeiten (Gleiswechsel) — auf den veränderlichen Ablaufpunkt und den unten beschriebenen Gruppenablauf zurückzuführen. In dem durchgehenden Gefälle von 1:100 beschleunigen sich die Ablaufgruppen. Nach freiem Durchlauf von etwa 170 bis 200 m beträgt die Geschwindigkeit etwa 5 m/sec, so daß eine Verminderung notwendig wird. Diese erfolgte an besonderen Bremsposten durch vollständiges Anhalten der Wagen mittelst Hemmschuh oder durch bloße Verminderung der Geschwindigkeit an handbedienten Hemmschuhgleisbremsen (Zwischenhemmung). Mehr als zwei beladene oder drei leere Wagen mußten mit besetzter Bremse ablaufen. Zum Stellen der Verteilungsweichen waren insgesamt sieben Ablaufstellwerke vorhanden; Hilfsmittel zur Signalisierung der Wagen an die Ablaufstellwerke (Rangierzettel, Fernsprecher, Gleismelder oder dergl.) fehlten. Auf dem Ablaufberge wurden die Züge nur nach sechs Gruppen zerlegt (Gesamtzahl der Richtungsgleise im Jahre 1925 35). Der Verteiler signalisierte die Richtung der ablaufenden Gruppen

durch Zuruf oder Winksignale (nachts mit der Handlaterne) an den Weichenwärter des ersten Ablaufstellwerks, der das Signal in gleicher Weise an das zweite Stellwerk weitergab. Am Anfang der Richtungsgleise wurden die Ablaufgruppen von Bremsposten angehalten und nach der Wagenbezeichnung weiter zerlegt (erste Unterzerlegungsstelle; vergl. Lageplan, Abb. 1, Taf. 1). Die Gruppen für ein Gleis der Stellereien 19 oder 18 wurden hier endgültig zerlegt, während die für die Gleise der Stellereibeirke 15 und 16 bestimmten Gruppen geschlossen bis zu dem zweiten Gleisbremser weiterliefen, dort wieder angehalten und endgültig zerlegt wurden (zweite Unterzerlegungsstelle). Die Weichensteller wurden dabei von den Bremsposten durch Zuruf oder Winksignal über die Nummer des Richtungsgleises unterrichtet.

In den Richtungsgleisen wurden die zulaufenden Gruppen etwa 50 bis 150 m hinter der Weiche durch eine erste Hemmschuhlegerreihe zunächst wieder bis auf Null abgebremst. Sie liefen dann bis zu einer zweiten Hemmschuhlegerreihe weiter, wo sie endgültig angehalten und mit den vorher bereits zugelassenen Wagen gekuppelt wurden. Hatten sich auf diese Weise je nach dem Gewicht etwa 5 bis 15 Wagen angesammelt, so wurden sie vom zweiten Hemmschuhleger unter Besetzung einer Bremse bis an das Ende des Richtungsgleises nachgelassen. Die Einteilung der Hemmschuhlegerbeirke ist aus Abb. 11 (arabische Zahlen) zu ersehen; es waren im ganzen 60 Hemmschuhleger und Nachlasser eingesetzt.

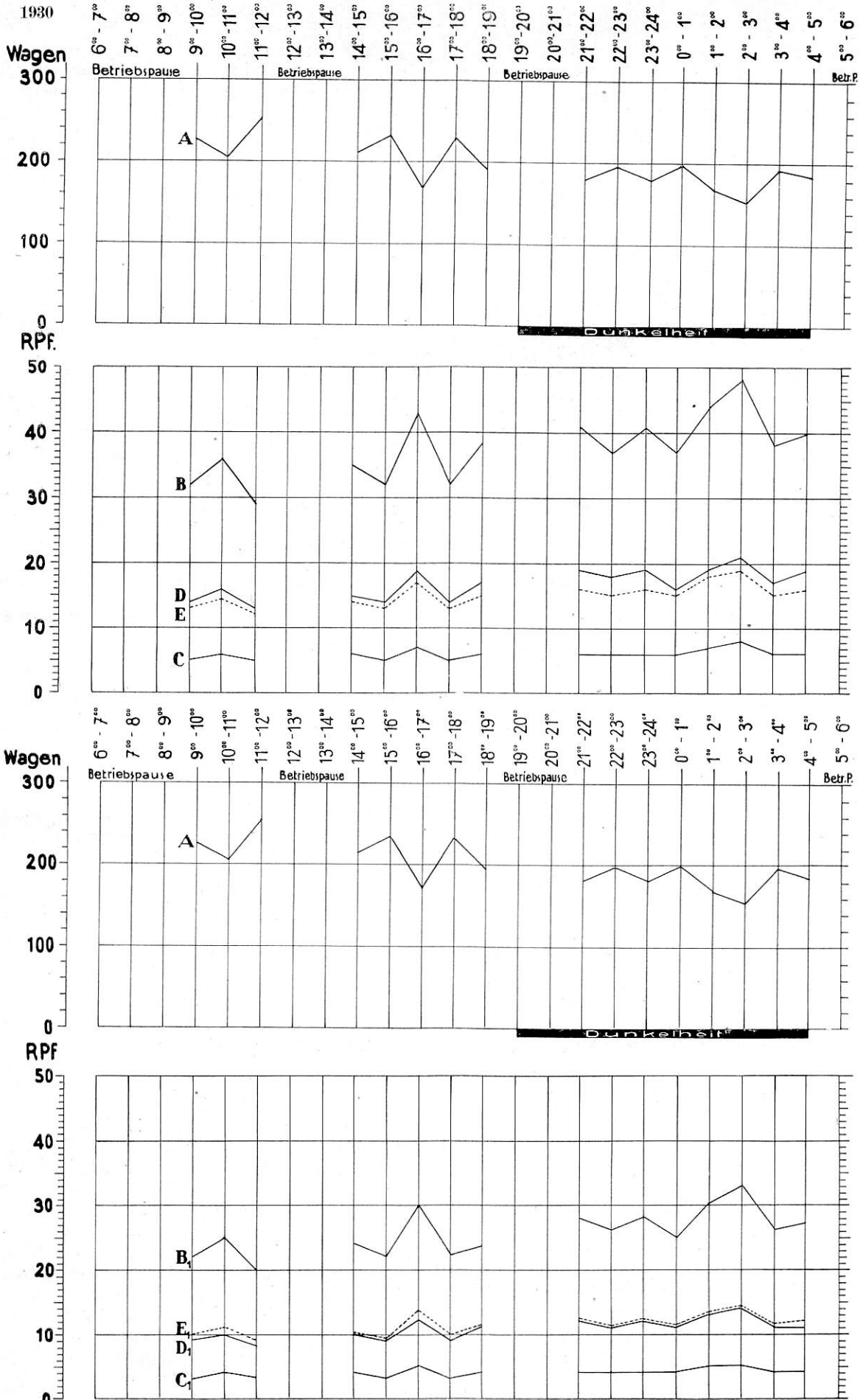


Abb. 12b. Kosten der Zugverlegung. 1930.

ist so eingerichtet, daß sich die geringste Zahl von Kreuzungen ergibt, wenn bei

Ablauf aus Gleis 3 eine Einfahrt in Gleis 4,
 „ „ „ 2 „ „ „ „ 3,
 „ „ „ 1 „ „ „ „ 2 und bei
 „ „ „ 4 „ „ „ „ 1
 stattfindet. Damit ergibt sich, daß nur jede vierte Einfahrt

von der anderen Bahnseite so eingefügt werden können, daß jeder gte Zug ein Zug von der anderen Bahnseite ist. Das günstigste Verhältnis zwischen Schleppfahrten aus der Einfahrgruppe und solchen von der südlichen Bahnseite ist also: $(g - 1) : 1$. Je größer g ist, um so größer wird der Zeitverlust im Wagenumlauf. Beträgt die durchschnittliche Ablaufdauer eines Zuges t_z Minuten und beträgt die Dauer

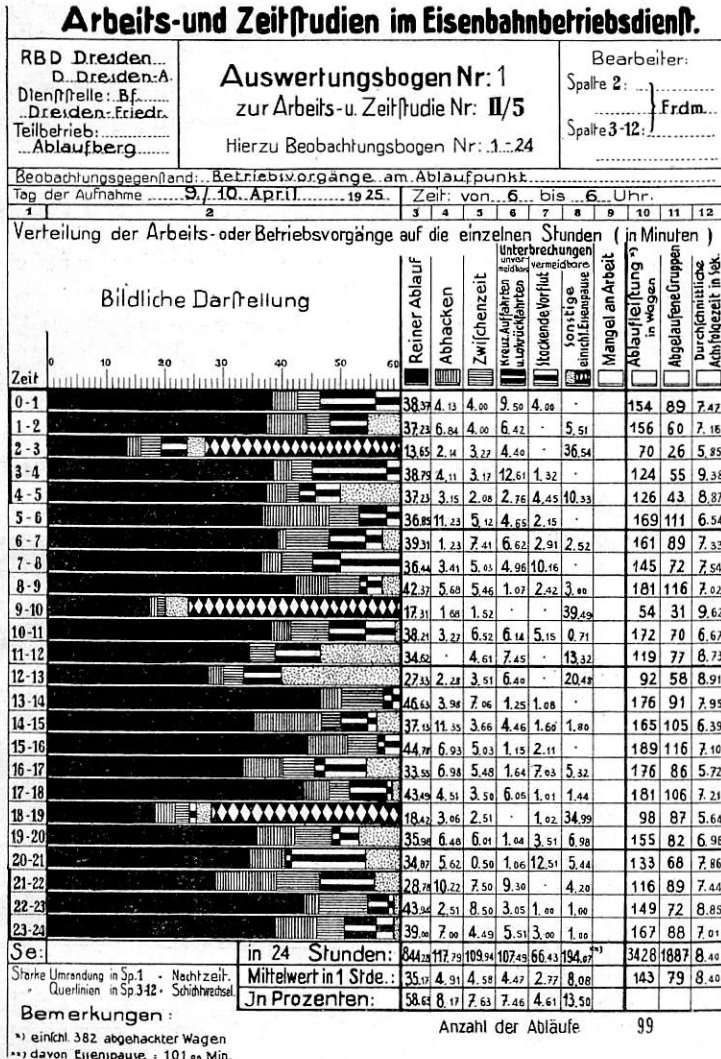


Abb. 14a. Auswertungsbogen für die Betriebsvorgänge am Ablaufpunkt. 1925.

eine Unterbrechung des Ablaufs bedingt. Auch diese wird vermieden, wenn die vierte Fahrt von der südlichen Bahnseite kommt. In Formeln gefaßt, müssen sich bei n insgesamt ablaufenden Zügen und g Ablaufgleisen

$$r = \frac{n}{g} \text{ Regelfolgen}$$

ergeben, und es dürfen auch nur

$$k = \frac{n}{g} \text{ kreuzende Einfahrten}$$

auftreten, wenn jede Schleppfahrt immer in das gerade vom Ablauf freigewordene Gleis einfährt. Ist dies nicht der Fall, sondern bleibt der Schleppbetrieb regelmäßig um ein Gleis zurück (wird also z. B. Gleis 2 erst dann besetzt, wenn der Ablauf aus Gleis 1 bereits beendet ist), so verdoppelt sich die Zahl der Kreuzungen; bleibt der Ablauf um zwei Gleise zurück, so wird sie verdreifacht usw.

Die kreuzenden Einfahrten werden vermieden, wenn

$$n = \frac{n}{g} \text{ Schleppfahrten}$$

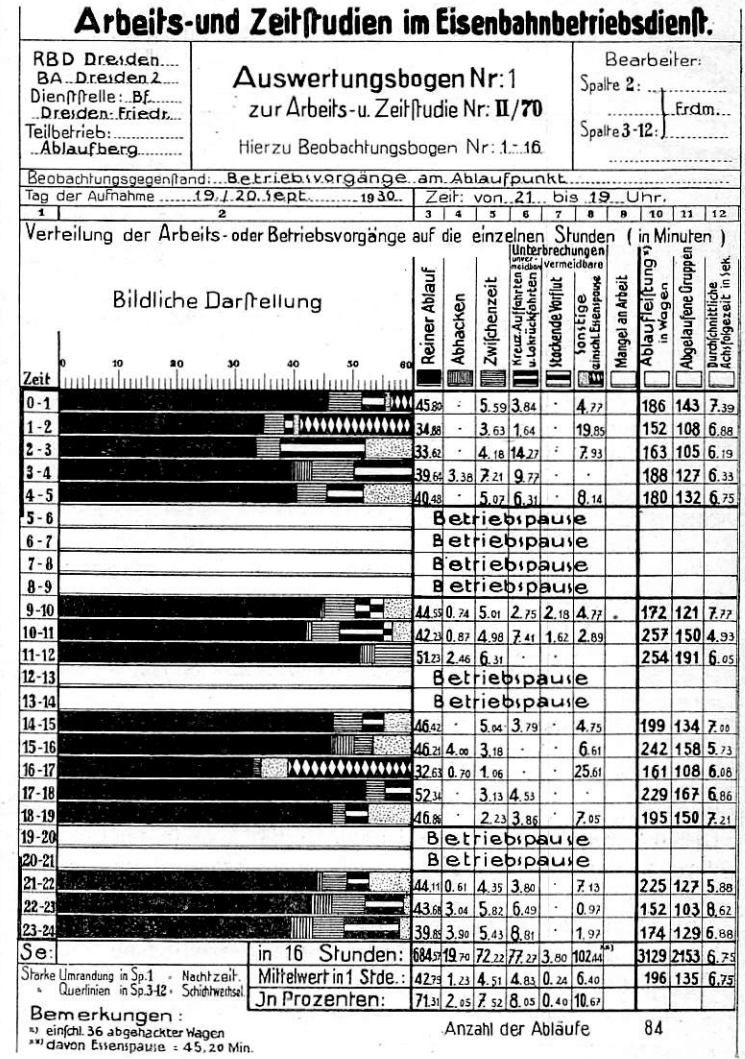


Abb. 14b. Auswertungsbogen für die Betriebsvorgänge am Ablaufpunkt. 1930.

einer kreuzenden Einfahrt k_z Minuten, so ist bei Regelbesetzung die Aufenthaltszeit t_a eines Zuges

$$t_a = t_z \cdot (g - 1,5) + k \text{ Minuten,}$$

d. h. der Zeitverlust im Wagenumlauf wächst mit der Zahl der Ablaufgleise.

Nach dem Auswertungsbogen kann die gesamte Beobachtungszeit zerlegt werden in

- a) Ablauf = Nutzzeit $844,3 + 117,8 = 962,1 \text{ Min.} = 16 \text{ Stdn. } 2 \text{ Min.}$
 - β) unvermeidbare Unterbrechungen = Verlustzeit $107,5 \text{ Min.} = 1 \text{ ,, } 48 \text{ ,,}$
 - γ) vermeidbare Unterbrechungen einschl. Zwischenzeiten = Verlustzeit = $109,9 + 66,4 + (194,1 - 101,0) = 269,4 \text{ Min.} = 4 \text{ ,, } 29 \text{ ,,}$
 - δ) Pausen = $101,0 \text{ Min.} = 1 \text{ ,, } 41 \text{ ,,}$
- Summe = 24 Stdn. 00 Min.

Zu a) Der Ablauf aus den vier Ablaufgleisen ist in seinen Einzelwerten in Zusammenstellung 3 angegeben. (Das „Ab-

hacken“ von 764 Achsen in 117,8 Min. ist hierbei ausgeschlossen.)

Auffällig sind darin besonders die großen Schwankungen in der durchschnittlichen Zugstärke und Achsfolgezeit. Von Gleis 1 nach Gleis 4 nimmt die Achsfolgezeit zu, was in der Hauptsache auf die abnehmende durchschnittliche Zugstärke und die Zahl der kreuzenden Einfahrten zurückzuführen ist.

Zusammenstellung 3.

Zugablauf.
(1925).

| 1 | 2 | Spalte | | | | 7 | 8 | 9 |
|-------------|---|--------|------|------|------|---------|--------|--------|
| | | 3 | 4 | 5 | 6 | | | |
| Lfd. Nr. | Gleis | 1 | 2 | 3 | 4 | Gesamt- | | |
| | Bezeichnung | | | | | summe | mittel | |
| 1 | Zahl der Zugabläufe . . | 24 | 27 | 26 | 22 | 99 | — | Züge |
| 2 | Summe der abgelaufenen Achsen | 1700 | 1658 | 1504 | 1230 | 6092 | — | Achsen |
| 3 | Stärke der abgelaufenen Züge | | | | | | | |
| | a) Mittelwert | 70,8 | 61,4 | 57,8 | 55,9 | — | 61,5 | Achsen |
| | b) Größtwert | 76 | 78 | 70 | 66 | — | — | Achsen |
| | c) Kleinstwert | 40 | 48 | 46 | 46 | — | — | Achsen |
| 4 | Ablaufdauer eines Zuges ohne Unterbrechungen und Pausen | 9,25 | 8,42 | 8,05 | 8,20 | 844,3 | 8,53 | Min. |
| 5 | Achsfolgezeit hierzu . . | 7,84 | 8,26 | 8,36 | 8,80 | — | 8,31 | Sek. |

Die Einflüsse, die die Ablaufdauer eines Zuges im einzelnen bedingen, sind unter besonderer Berücksichtigung der auf Gefällsbahnhöfen vorherrschenden Verhältnisse in der Literatur bereits behandelt*). Neben den dort angegebenen für eine streng mathematische Abhandlung geeigneten Grundwerten (Zuführungsgeschwindigkeit, Zwischenzeit, Zugstärke und Ablaufzeit in 24 Stunden) spielen noch verschiedene äußere Einflüsse eine wesentliche Rolle, ohne daß ihre Auswirkungen im einzelnen rechnerisch zu erfassen wären. Das ist z. B. der bauliche Zustand der Ablaufgleise und der Ablauframpe. Auf Bahnhöfen, auf denen mit Drucklokomotive gearbeitet wird, ist der Unterhaltungszustand von geringerer Bedeutung als auf Gefällsbahnhöfen. Schlecht unterhaltene Stöße können das Anlaufen der Züge verhindern und dadurch wesentliche Unterbrechungen im Ablauf herbeiführen. Besonders wichtig ist die gute Unterhaltung der Ablauframpe. Selbst auf flach geneigten Rampen kann eine verhältnismäßig dichte Wagenfolge erzielt werden, wenn die Lage des Oberbaues ganz einwandfrei ist und die Schienen womöglich geschweißt sind. So ist z. B. die ungünstige mittlere Achsfolgezeit bei Gleis 4 u. a. auf den besonders schlechten Unterhaltungszustand dieses Gleises zurückzuführen. Von Einfluß ist ferner auch der Arbeitswille der Ablaufmannschaft. Die primitive Art der Regelung der Zuführungsgeschwindigkeit durch Hornsignale reicht zwar gewöhnlich aus. Sie stellt jedoch bei ungünstigen Witterungsverhältnissen (namentlich bei starkem Gegenwind und Schneefall) große Anforderungen an die Arbeitsfreudigkeit der Bremser. Bei einer ungeübten oder arbeitsunwilligen Belegschaft kann diese Art der Regelung zu völligem Versagen führen. Dasselbe gilt von der Veränder-

lichkeit des Ablaufpunkts. Nutzt der Verteiler alle sich bietenden Möglichkeiten einer Steigerung der Zuführungsgeschwindigkeit aus und reagieren die Bremser sofort auf die Signale, so können hohe Leistungen erzielt werden. Umgekehrt kann es vorkommen, daß nur geringe Leistungen erreicht werden, wenn die Belegschaft arbeitsunlustig ist. In solchen Fällen kann auf Abdrückanlagen, wo das Arbeits-

tempo von der Druckmaschine bestimmt wird, leichter auch der Arbeitsunlustige in den Arbeitsgang eingespannt werden. Von großer Bedeutung ergab sich ferner der Einfluß der Beleuchtung. Das Tagesmittel der durchschnittlichen Achsfolgezeit lag bei 7,9 Sek., das Nachtmittel bei 9 Sek., also 12% höher. Insgesamt lagen die Leistungen bei Nacht etwa 17% unter den Tagesleistungen.

Zu β) Unvermeidbare Unterbrechungen. Die Bedeutung der kreuzenden Einfahrten und ihre Abhängigkeit von der Regelbesetzung der Ablaufgleise ist oben bereits behandelt worden. Der Zeitverlust, der bei einer Kreuzung eintreten dürfte, läßt sich wie folgt ermitteln: Das Anhalten des gerade ablaufenden Zuges konnte in 1,0 Min. beendet sein. Das Einstellen der Fahrstraße und das Ziehen des Einfahrsignals dauerte 0,5 Min. Beim Ziehen des Einfahrsignals darf die Schlepplokomotive höchstens bis auf 50 m an das Signal Ö 1/4 herangekommen sein; dies entspricht einer Entfernung von 220 m bis an die Spitze der Weiche des Einfahrgleises 1. Bei einer durchschnittlichen Länge des Schleppzuges von 61,5 Achsen (vergl. Zusammenstellung 3) und einer Gesamt-

länge des Schleppzuges von $61,5 \cdot 4,65 = 286$ m beträgt die Sperrstrecke $220 + 286 = 506$ m. Die Geschwindigkeit bei der Einfahrt kann zu 18 km/Std. angenommen werden, so daß die Fahrzeit für die Einfahrt 1,7 Min. beträgt. Die Gesamtdauer der Unterbrechung stellt sich dann, wenn man annimmt, daß der Ablauf 0,5 Min. nach Durchfahrt des letzten Wagens wieder beginnt, insgesamt auf: $1,0 + 0,5 + 1,7 + 0,5 = 3,7$ Min. Der Mittelwert liegt aber wesentlich höher. Von den 107,49 Min. in der Spalte 6 des Auswertungsbogens (Abb. 14a) entfallen 91,5 Min. auf 19 kreuzende Einfahrten. Der Mittelwert beträgt somit 4,8 Min., ist also 30% höher. Dieser höhere Wert hat seine Ursache darin, daß die Rangiermeister den Ablauf im allgemeinen zu zeitig unterbrechen, oder daß sie — namentlich bei einem schweren Zuge — einen neuen Ablauf überhaupt nicht begannen, wenn zu erwarten war, daß die Kreuzung in den ersten Teil des Ablaufs fallen würde, weil sie dann befürchteten, den Ablaufzug nicht rechtzeitig zum Halten bringen zu können. Aus Auswertungsbogen Abb. 5a geht ferner hervor, daß insgesamt 98 Einfahrten in die Ablaufgleise erfolgt sind; hiervon 84 Schleppfahrten von der Einfahrgruppe und 14 „Rampenfahrten“ von der südlichen Bahnhofseite. Bei 98 Schleppfahrten hätten nach den eingangs gegebenen

Formeln nur $\frac{98}{4} - 14 = 10$ Kreuzungen stattfinden dürfen; 19 sind tatsächlich eingetreten. Die Ablaufgleise hätten $\frac{98}{4} = 24$ mal in der Regelfolge 4, 3, 2, 1 besetzt werden müssen.

Tatsächlich sind nur 20 Regelfolgen vorhanden; in sieben Fällen war eine abweichende Folge eingetreten, und zwar in erster Linie dadurch, weil die Besetzung des Gleises 1 durch eine besondere Lokomotive erfolgte. Die gesamte Verlustzeit hätte unter Berücksichtigung der oben angegebenen Werte $10 \cdot 3,7 = 37,0$ Min. betragen dürfen, so daß eine ver-

*) Vergl. Verf. „Über die Leistungsfähigkeit von Flachbahnhöfen und Gefällsbahnhöfen“, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Heft 13, Jahrg. 1928.

meidbare Verlustzeit von 54,5 Min. zu verzeichnen ist. Immerhin ist die Gesamtzeit der kreuzenden Einfahrten von 91,5 Min. verhältnismäßig niedrig; sie liegt wesentlich unter den Werten, die in der Literatur bisher angenommen wurden*).

Als weitere unvermeidbare Verlustzeit ist noch die Unterbrechung durch die Rückfahrt der Rampenlokomotive anzusprechen. Trotz der umständlichen Sägefahrten betrug der Zeitverlust insgesamt aber nur 16 Min.

Zu γ . Die vermeidbaren Unterbrechungen machen den Hauptteil der Verlustzeiten aus. Sie können in drei Gruppen zusammengefaßt werden.

Die Vorflutstockungen verursachten in 29 Fällen eine Unterbrechung des Ablaufs, davon sind nur drei mit einer Gesamtzeit von 14,5 Min. auf überfüllte Richtungsgleise (mangelhaftes Disponieren und ausnahmsweise starker Zulauf nach einem Gleise), dagegen 26 Fälle mit 51 Min. Gesamtdauer auf das nochmalige Anhalten der Wagen an den Unterzerlegungsstellen zurückzuführen. An anderer Stelle ist angegeben worden, daß der Gruppenablauf unbedingt gewisse Vorzüge hat, die wegen der geringeren Auswirkung hoher Laufwiderstände, namentlich in einem um etwa 10 bis 12% schnelleren Ablauf liegen, aber die vorstehenden Ergebnisse zeigen, daß diese Vorteile durch die auftretenden Unterbrechungen wieder verloren gehen.

An Zwischenzeiten beim Gleiswechsel traten insgesamt Unterbrechungen von 109,9 Min. Dauer, im Mittel 1,1 Min. bei Schwankungen von 0,5 bis 3,5 Min. auf. Wenn diese Zwischenzeiten auch im Verhältnis zu Flachbahnhöfen als gering zu bezeichnen sind, so waren sie doch im Durchschnitt unnötig groß. Die Gründe sind darin zu suchen, daß in mehreren Fällen der Ablaufpunkt während des Ablaufs infolge der schlechten Regelfähigkeit der Zuführungsgeschwindigkeit immer näher an die erste Verteilungswache heranrückte. Dadurch hatte die Ablaufmannschaft beim Beginn eines neuen Ablaufs Wege von z. T. über 100 m zurückzulegen, zumal dann, wenn die Schleppfahrt aus den unter III B, 1 b) gegebenen Gründen zu weit vorgefahren war.

Die sonstigen vermeidbaren Unterbrechungen (93,1 Min.) sind in der Hauptsache auf das Nichtanlaufen der Züge wegen schlechter Lage des Oberbaues (36 Min.), auf Wartezeiten infolge verspäteter Beendigung des Langhängens und auf erschwertes Entkuppeln wegen ungenügenden oder falschen Langhängens (18 Min.) zurückzuführen. Eine Entgleisung an einer Unterzerlegungsstelle verursachte eine Unterbrechung des Ablaufs von 39,1 Min.

Zu δ) Die Pausen bestanden ausschließlich in den reinen Essenspausen, die statt der vorgesehenen dreimal 20 Min., 36, 32 und 33 Min. zusammen 101 Min. betragen, weil die Ablaufmannschaft nach jeder Pause auf das Langhängen warten mußte. Obwohl der Weg vom Essensraum nach der Arbeitsstelle als Arbeitszeit zu bewerten ist, hätte die Essenspause keinesfalls länger als 25 Min. im Einzelfalle betragen dürfen, so daß 26 Min. als vermeidbare Verlustzeit angesehen werden müssen.

Die Leistungen der Ablaufanlage sind in Abb. 15 stundenweise aufgetragen. In Verbindung mit dem Auswertungsbogen (Abb. 14a) ergibt sich, daß der fünfmalige starke Abfall in der Kurve durch die Essenspausen und durch die Entgleisung entstanden ist. Insgesamt betrug die mittlere Stundenleistung 143 Wagen. Schaltet man die fünf Stunden mit großen Unterbrechungen aus, so ergibt sich ein Gesamtmittel von 158 Wagen/Std. Auffällig ist der außerordentlich starke Rückgang der Leistungen bei Nacht. Während der Tagesdurchschnitt bei 170 Wagen/Std. liegt, sinkt der stünd-

*) Vergl. z. B. Ammann: „Über die Ausgestaltung der Verschiebebahnhöfe“, Sonderdruck aus der Verkehrstechn. Woche 1919, Heft 28 bis 34, S. 8.

liche Nachtdurchschnitt auf 141 Wagen, d. h. es ergibt sich — wie bereits erwähnt — ein Leistungsrückgang bei Nacht von 17%, der um so schwerer ins Gewicht fällt, als der Wagenbestand in der Einfahrgruppe (Abb. 2a) nachts am stärksten ist.

Die durchschnittliche Gruppenstärke betrug 1,82 Wagen.

b) Folgerungen aus den Auswertungsergebnissen. Eine Leistungssteigerung ließ sich auf drei Wegen erzielen: Durch Verringerung der Achsfolgezeit.

Die oben behandelten baulichen Veränderungen auf dem Ablaufberg, die in der Hauptsache für den Schleppverkehr geschaffen wurden, brachten natürlich auch für den Ablauf wesentliche Verbesserungen. Die für den Schleppverkehr notwendigen Neuanlagen wurden, wie ein Vergleich der Abb. 10a mit Abb. 10b zeigt, ergänzt durch eine straffe Zusammenfassung aller Weichen am Fuße des Ablaufberges zu vier geraden Hauptablaufstraßen und durch Einbau einer eigentlichen Ablauframpe von 1:80 in das durchgehende Gefälle von 1:100. Eine weitere wichtige Maßnahme nach dieser Richtung stellt der Einbau der Seilablaufanlage dar, die an anderer Stelle dieses Heftes eingehend beschrieben ist. Der Auswertungsbogen der Zeitaufnahme vom 19./20. September 1930 (Abb. 14b) zeigt, daß durch diese Maßnahmen

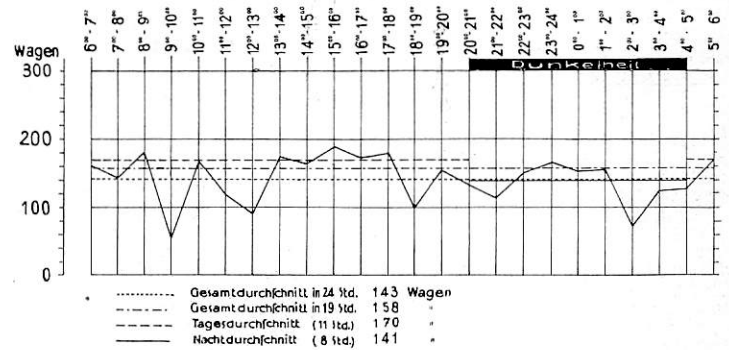


Abb. 15. Leistungen der Ablaufanlage.
1925.

die durchschnittliche Achsfolgezeit von 8,40 auf 6,75 Sek. gesenkt werden konnte. Dies bedeutet bei einer Bergleistung von 9000 Achsen einen Zeitgewinn von rund 4 Stunden.

Durch Verminderung der unvermeidbaren Unterbrechungen auf das unbedingt erforderliche Maß. In der Hauptsache konnten hierbei die Unterbrechungen durch kreuzende Einfahrten stark verkürzt werden. Die oben erwähnte selbsttätige Zugankündigungsanlage beseitigte nicht nur die Halte vor dem Einfahrtsignal $\text{Ö} \frac{1}{4}$ vollständig, sondern verminderte auch die Zeitdauer der Kreuzungen wesentlich. Der Schienenkontakt, der die Hupe auslöst, wurde nach und nach soweit an das Einfahrtsignal herangerückt, daß nunmehr bei etwa 18 km Stundengeschwindigkeit höchstens 1,2 Min. zum Unterbrechen des Ablaufs, Einstellen der Fahrstraße und Ziehen des Signals zur Verfügung stehen. Die Dauer einer Kreuzung ist von 4,8 auf 3,4 Min. im Mittel zurückgegangen, wobei zu berücksichtigen bleibt, daß die Züge wesentlich länger und schwerer geworden sind (1925 61 bis 69 Achsen, 1930 75 bis 88 Achsen).

Von sehr günstigem Einfluß ist auch der Zwang zur regelmäßigen Besetzung der Ablaufgleise durch die Seilablaufanlage. Hierdurch werden die kreuzenden Einfahrten auf das unbedingt notwendige Maß beschränkt. Ein weiterer, wesentlicher Grund für die kürzere Dauer der Kreuzungen liegt darin, daß durch die Seilablaufanlage der Zeitverlust nach beendeter Einfahrt bis zum Wiederbeginn des Ablaufs weggefallen ist. Der Ablaufmeister ist jetzt in der Lage, den Ablaufzug sofort nach Durchfahrt der letzten Achse wieder in Gang zu bringen.

Die unvermeidbaren Unterbrechungen durch die nach der südlichen Bahnhofseite fahrenden Lokomotiven hätten durch ein besonderes Rückfahrgleis auf der Südseite des Ablaufberges ganz beseitigt werden können. Um die hohen Kosten für dieses schwach benutzte Gleis zu sparen, wurde lediglich die bereits in Abschnitt III C erwähnte Verbindung zwischen dem Lokomotivrückfahrgleis 5 und dem Auffahrgleis 82 von der Südseite durch eine gerade Weichenstraße hergestellt. Die Unterbrechungen sind dadurch von 16 Min. auf 5,5 Min. zurückgegangen.

Durch Beseitigung aller vermeidbaren Unterbrechungen und Pausen.

Die Vorflutstockungen, die in der Hauptsache von den Unterzerlegungsstellen herrührten, fielen fast ganz weg, als die Unterzerlegungsstellen nach Einbau der Ablauframpe 1:80 und nach Einführung des Rangierzettelverfahrens eingezogen werden konnten.

Die Zwischenzeiten sind nach Einbau der Seilablaufanlage auf durchschnittlich 0,7 Min. für einen Zug vermindert worden. Sie könnten ganz beseitigt werden, wenn zwei Ablaufmannschaften gebildet würden, die im gegenseitigen Wechsel arbeiten.

Die sonstigen vermeidbaren Unterbrechungen sind, soweit sie das Nichtanlaufen der Ablaufzüge betreffen, durch die Seilablaufanlage und die Verbesserungen im Oberbau (Verstärkung, Schweißung) weggebracht worden. Besondere Schwierigkeiten bereitete die Beseitigung der durch das Langhängen verursachten Unterbrechungen. Nach längeren Versuchen wurde schließlich vor etwa $1\frac{1}{2}$ Jahren versuchsweise das Langhängen in die Einfahrgruppe verlegt. Die Ablaufzüge werden damit nunmehr bereits vollständig zum Ablauf vorbereitet auf dem Berge angebracht. Dieses Verfahren hat sich bisher ausgezeichnet bewährt und es treten lediglich in einzelnen Fällen noch kurze Unterbrechungen durch erschwertes Entkuppeln oder falsches Langhängen auf.

Die Essenspausen wurden durch günstiger gelegene Aufenthaltsräume, durch Einbau einer Sirene zur Ankündigung des Beginns und Endes der Pausen und durch Verlegen des Langhängens nach der Einfahrgruppe auf das zulässige Maß gebracht.

Die Gesamtergebnisse der Rationalisierung bei der eigentlichen Zerlegung gehen aus einem Vergleich der Auswertungsbogen 14a und 14b hervor. Sie lassen sich wie folgt zusammenfassen: Die Leistungen sind im Durchschnitt um etwa 30% gestiegen, obwohl sich die durchschnittliche Gruppenstärke von 1,82 Wagen/Gruppe im Jahre 1925 nach Wegfall der Unterzerlegungsstellen und Einführung der endgültigen Zerlegung auf dem Ablaufberg auf 1,45 Wagen/Gruppe vermindert hat. Die größten bisher erzielten Einzelleistungen mehrere Stunden hintereinander sind 518 Achsen/Std. Im Tagesdurchschnitt wurden Leistungen von 490 Achsen/Std., im Nachtdurchschnitt von 400 Achsen/Std. mehrfach erzielt.

2. Der freie Ablauf bis in die Richtungsgleise. (Durchführung, Ergebnisse, Folgerungen.)

Die betriebswissenschaftlichen Untersuchungen in diesem Abschnitt erstreckten sich in der Hauptsache auf den Wert der sogenannten Unterzerlegungsstellen, auf die Zwischenhemmung der Wagen an den Hemmschuhgleisbremsen und auf das Stellen der Ablaufweichen. Da diese Untersuchungen z. T. nur örtliche Bedeutung haben, z. T. in den zwei Sonderaufsätzen „Der Ablauf mit Rangierzettel“ und „Die selbsttätige Weichenstellanlage im Ablaufbetrieb“ behandelt sind, sollen die Ergebnisse hier nur soweit behandelt werden, als es des Zusammenhangs wegen notwendig ist.

Die Untersuchung der Unterzerlegungsstellen ergab, daß sich der Vorteil dieser Betriebsform in Dresden-Friedrichstadt

nur beschränkt auswirken kann. Einmal fehlen die notwendigen Gleisanlagen, so daß bei größeren Gruppen sofort Vorflutstockungen auftreten, zum anderen kann der Hauptvorteil der Unterzerlegungsstellen, daß beim Ablauf großer Gruppen die höheren Laufwiderstände von Schlechtläufern in viel geringerem Maße zur Auswirkung kommen als beim Einzelablauf, sich nicht auswirken, weil bereits auf dem Ablaufberg nach sechs Gruppen zerlegt werden mußte.

Die Beseitigung der Unterzerlegungsstellen war damit als zweckmäßig erkannt und konnte sofort durchgeführt werden, nachdem die Frage einer einwandfreien Signalisierung der ablaufenden Wagen nach den einzelnen Ablaufstellwerken mit Einführung des Rangierzettelverfahrens gelöst war *).

Mit dem Wegfall der Unterzerlegungsstellen trat an Stelle des vollständigen Anhaltens der Ablaufgruppen die Zwischenhemmung der Wagen an den Hemmschuhgleisbremsen. In zahlreichen Geschwindigkeitsaufnahmen wurde mit Hilfe der Betriebsschauuhr**) die Geschwindigkeit der Ablaufgruppen an verschiedenen Punkten der Laufwege gemessen und daraufhin untersucht, ob im Falle eines Hemmschuhversagers an der oberen Bremse noch die Wahrscheinlichkeit besteht, die Wagen an der nächsten Gleisbremse oder, falls auch dort wieder ein Versager auftreten sollte, noch am Anfang der Richtungsgleise aufzuhalten. Das Ergebnis der Untersuchungen für eine Weichenstraße geht aus dem Diagramm Abb. 16 hervor. Rechnet man damit, daß bei guter Wartung der Hemmschuhe und der Bremschiene im Regelbetrieb noch Geschwindigkeiten von 7,5 bis 8 m/sec beherrschbar sind, so können im Falle eines Hemmschuhversagers an der oberen Bremse die Wagen an der zweiten Bremse noch gehalten werden. Tritt jedoch auch an der zweiten Bremse ein Versager ein, so wird die Geschwindigkeit bis in die Richtungsgleise so groß, daß nicht sicher damit gerechnet werden kann, den Wagen zum Halten zu bringen. Diese Feststellungen führten dazu, der Abbremsung der Wagen an den ersten Gleisbremsen besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Die besten und zuverlässigsten Leute wurden an diese Bremsen gestellt, und es wurden eine Reihe von technischen Einrichtungen geschaffen, um Unfälle nach Möglichkeit auszuschließen. Die Posten der Hemmschuhgleisbremsen wurden untereinander durch Lautsprecher verbunden, so daß die Möglichkeit besteht, einen durchgehenden Wagen anzukündigen. Der untere Gleisbremser kann dann zur Sicherheit mehrere Hemmschuhe auflegen.

Neben der Möglichkeit, daß eine Ablaufgruppe infolge von Hemmschuhversagern durchgeht, ergab sich aus den Aufnahmen noch eine weitere Gefahrquelle: Das Sitzenbleiben der Wagen in den Gleisbremsen. Die Bemessung des erforderlichen Bremsweges bedingt eine Kombination der Angaben des Rangierzettels und der Beobachtung des Laufvermögens der anrollenden Gruppen***). Verschätzt sich der Gleisbremser und wählt den Bremsweg zu lang, so bleibt der Wagen auf dem Hemmschuh sitzen. Dieser Umstand kann bei starkem Zulauf nach ein und derselben Weichenstraße zu Unfällen führen, wenn die nachfolgenden Wagengruppen nicht rechtzeitig angehalten oder abgelenkt werden. Um dies zu erreichen, wurde bei sämtlichen Gleisbremsen ein Druckknopf angebracht, durch den die Gefahrensirene auf dem Ablaufberg in Tätigkeit gesetzt werden kann. Beim Ertönen der Gefahrensirene wird der Ablauf sofort eingestellt. Im Reiterstellwerk befindet sich eine Anzeigevorrichtung, an der durch Aufleuchten einer Nummer

*) Vergl. Verf. „Der Ablauf mit Rangierzettel“ im vorliegenden Heft.

**) Vergl. Verf. „Über Mechanisierung von Arbeits- und Zeitstudien im Eisenbahnbetriebsdienste“, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Heft 23, 1926.

***) Vergl. Verf. „Beitrag zur Frage der selbsttätigen Hemmschuhbremsen“, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Heft 13, 1929.

Arbeits- und Zeitstudien im Eisenbahnbetriebsdienst.

R. B. D. Dresden.
D. Dresden-Alt.
Dienststelle: Bf. Dresden-Friedr.
Teilbetrieb: Nördliche Weichenstraße.

Auswertungsbogen Nr. 1
zur Arbeits- und Zeitstudie Nr. II/26.

Bearbeiter: Wck.

Beobachtungsgegenstand: Geschwindigkeiten beim Ablauf.

Tag der Aufnahme: 24./25. März 1927.

Zeit: von 6 bis 6 Uhr.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11-19 | | | | | | | | 20 | | | | | | | | | | | | |
|---|------|----|---|---|----|-----|---|----|----|----------------------|-------------------------------------|-----------------------|---------|---------------------|--------------|----------|-------------------|-----|--|----------------|------------------------|---------|---------------|---------|-------------|----------------|---------|---------|---------------------|---------|
| | | | | | | | | | | Laufende Nummer | Nr. des ablaufenden Zuges von Gleis | Wagen | | | Ablauf | | Geschwindigkeiten | | | | | | | | Bemerkungen | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Ablauf nach Gleis Nr. | Gattung | beladen = leer = | Gewicht in t | Radstand | Achsenzahl | | Ablaufpunkt d. letzten Achse, gemessen v. d. Radtaster Nr. 5-8 m | Aus dem Halt = | vor dem Hauptverteiler | | Gleisbremse I | | | Gleisbremse II | | | Einlauf in Gleis 13 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Einlauf | Auslauf | Einlauf | Auslauf | | Einlauf | Auslauf | Einlauf | | Auslauf |
| | | | | | | | | | | Nummer der Radtaster | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 5-8 | 13 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 68/2 | 25 | O | | 30 | 4,5 | 2 | 80 | H | 3,8 | 4,5 | 4,5 | 4,1 | 6 | — | — | — | — | | | | | | | | | | | | |
| 2 | — | 21 | G | | 12 | 4,5 | 2 | 75 | — | 3,2 | 4,1 | 4,5 | 2,8 | 8 | 3,6 | 2,0 | 8 | — | | | | | | | | | | | | |
| 3 | — | 21 | O | | 25 | 4,5 | 2 | 65 | — | 3,4 | 3,9 | 5,9 | 2,7 | 12 | 3,4 | 0,9 | 9 | — | | | | | | | | | | | | |
| 4 | — | 13 | G | | 24 | 6,5 | 2 | 60 | H | 3,3 | 4,6 | 3,6 | 3,1 | 6 | 3,6 | 0,7 | 8 | 3,4 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | — | 21 | O | | 22 | 4,0 | 2 | 58 | — | 3,2 | 3,9 | 3,9 | 3,2 | 6 | 3,9 | 1,9 | 8 | 4,4 | | | | | | | | | | | | |
| 6 | — | 13 | K | — | 12 | 3,6 | 2 | 57 | — | 3,1 | 3,3 | 3,6 | 1,0 | 7 | 1,8 | 2,0 | — | 3,8 | In Bremse II nicht gebremst | | | | | | | | | | | |
| 7 | — | 13 | O | | 11 | 3,5 | 2 | 64 | — | 3,2 | 5,0 | 5,6 | 3,8 | 9 | 3,5 | 2,2 | 5 | 3,9 | | | | | | | | | | | | |

usw.

usw.

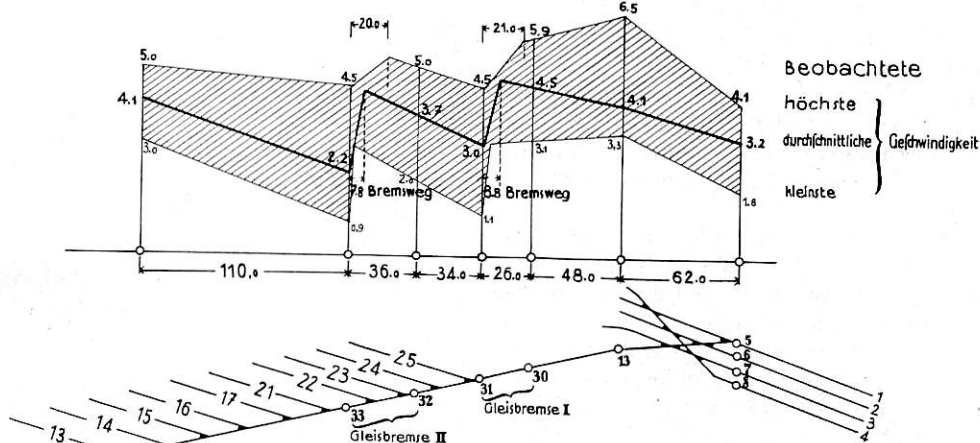


Abb. 16. Geschwindigkeitsmessungen in einer Ablaufweichenstraße.

der Bremsposten kenntlich gemacht wird, der die Gefahrensirene betätigt hat. Durch unmittelbare Lautsprecherverbindung zwischen dem Reiterstellwerk und den einzelnen Gleisbremsen ist Gewähr gegeben, daß die Unterbrechung des Ablaufs auf ein Mindestmaß beschränkt wird. Diese einfache Einrichtung hat sich ausgezeichnet bewährt.

Eine zweite Anlage zur Vermeidung von Unfällen aus dem oben genannten Grunde wird z. Z. in Gestalt eines einkippbaren Hemmschuhs erprobt (vergl. Abb. 17). Diese Vorrichtung bietet in Gefahrenfällen die Möglichkeit, durch Fernbedienung an bestimmten Punkten Hemmschuhe aufzulegen. Auch diese Anlage hat sich gut bewährt, und es sind erfreulicherweise nach Aufhebung der Unterzerlegungsstellen und Einführung der bloßen Zwischenhemmung nennenswerte Unfälle noch nicht vorgekommen. Immerhin ist die erste Gleisbremse bei steigenden Leistungen des Ablaufberges und Erhöhung der Zuführungsgeschwindigkeit bei der in Dresden-Friedrichstadt teilweise vorkommenden geringen Streuung beim Ablauf einzelner Züge ein empfindlicher Punkt, der ständiger Beobachtung bedarf. Der Einbau ferngesteuerter Gleisbremsen,

mit denen eine weitgehende Geschwindigkeitsverminderung erreicht wird, die aber auch gestatten, einen Bremsvorgang in jedem Augenblick zu unterbrechen, wird bei steigenden Anforderungen unbedingt zu erwägen sein.

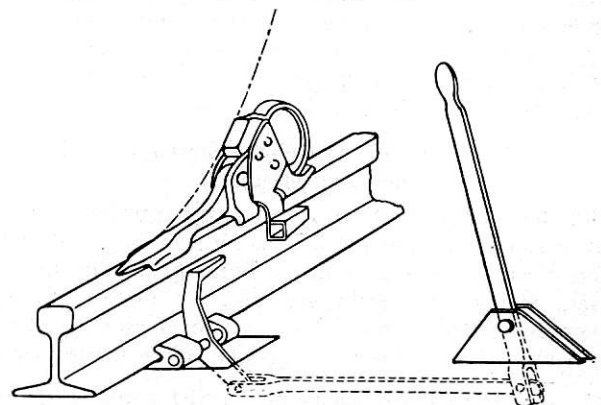


Abb. 17. Neuberscher einkippbarer Hemmschuh.

Die betriebswissenschaftlichen Untersuchungen des freien Ablaufs bis in die Richtungsgleise erstreckten sich weiter auf den Ersatz der zahlreichen mechanischen Einzelablaufstellwerke durch eine wirtschaftlichere Neuanlage. Die hierüber angestellten Untersuchungen und Überlegungen sind an anderer Stelle dieses Heftes eingehend behandelt*).

Über die wirtschaftlichen Ergebnisse der Rationalisierung s. Abschnitt C.

3. Das Aufhalten der Wagen in den Richtungsgleisen. (Durchführung, Ergebnisse, Folgerungen.)

Die Durchführung dieser Untersuchungen bereitete verhältnismäßig große Schwierigkeiten. Wie bei vielen reinen Personaluntersuchungen waren zunächst keine völlig einwandfreien Ergebnisse zu erzielen, weil das beteiligte Personal den Aufnahmen nicht unbefangen gegenüberstand. Zuerst wurden die einzelnen Hemmschuhlegerposten nacheinander aufgenommen. Dies ergab jedoch kein klares Bild, da während der Aufnahmen immer wieder Fälle vorkamen, daß Arbeiten des Nachbarpostens übernommen oder sonstige Arbeiten in einem im regelmäßigen Betrieb nicht beobachteten Umfang ausgeführt wurden. Um ein einwandfreies Bild zu erhalten, mußten deshalb möglichst alle am Aufhalten und Sammeln der Wagen in den Richtungsgleisen beteiligten Posten gleichmäßig erfaßt werden, was bei deren großer Anzahl wegen der vielen Zeitnehmer nicht einfach war.

Die Untersuchungen wurden mit dem Ziele ausgeführt, festzustellen, ob die Arbeitsausführung an sich zweckmäßig und ob sie wirtschaftlich ist.

Die Untersuchungen der ersten Art waren in der Hauptsache Arbeitsstudien, durch die im großen und ganzen eine sachgemäße Arbeitsausführung festgestellt wurde. Die verhältnismäßig primitive Ausführung des Bremsens und Sammelns erfüllt ihren Zweck mit den einfachsten Mitteln und die verschiedenen Erwägungen einer Vereinfachung oder Mechanisierung des Sammelvorgangs führten noch nicht zu endgültigen Ergebnissen.

Die Untersuchungen der zweiten Art wurden unter Verwendung sogenannter „Normbogen“ in der Weise durchgeführt, daß zunächst Mittelwerte für das Aufhalten und gegebenenfalls Sammeln eines Wagens beim oberen und unteren Hemmschuhlegerposten gebildet wurden. Hierauf wurde durch Aufnahmen mit der Betriebsschauuhr der Zulauf nach sämtlichen Richtungsgleisen gleichzeitig aufgenommen. Abb. 18 gibt einen Ausschnitt aus einer Aufnahme, der deutlich erkennen läßt, wie sehr sich der Zulauf verteilt und wie wenig einzelne Hemmschuhlegerbezirke zeitweise ausgelastet sind. Immerhin war es nicht zugänglich, aus dieser Darstellung ohne weiteres eine Schlußfolgerung in dem Sinne zu ziehen, daß die einzelnen Hemmschuhlegerbezirke wesentlich vergrößert werden können. Namentlich bei den unteren Hemmschuhlegern spielt die Frage der ungleichen Auffüllung der Gleise eine sehr große Rolle. Der Posten hat u. U. große Wege, und es besteht die Gefahr, daß Wagen ungebremst auf eine stehende Gruppe auflaufen. Durch zahlreiche Sonderuntersuchungen wurde diese Frage weiter geklärt. Die Ergebnisse sind aus Abschnitt C zu ersehen.

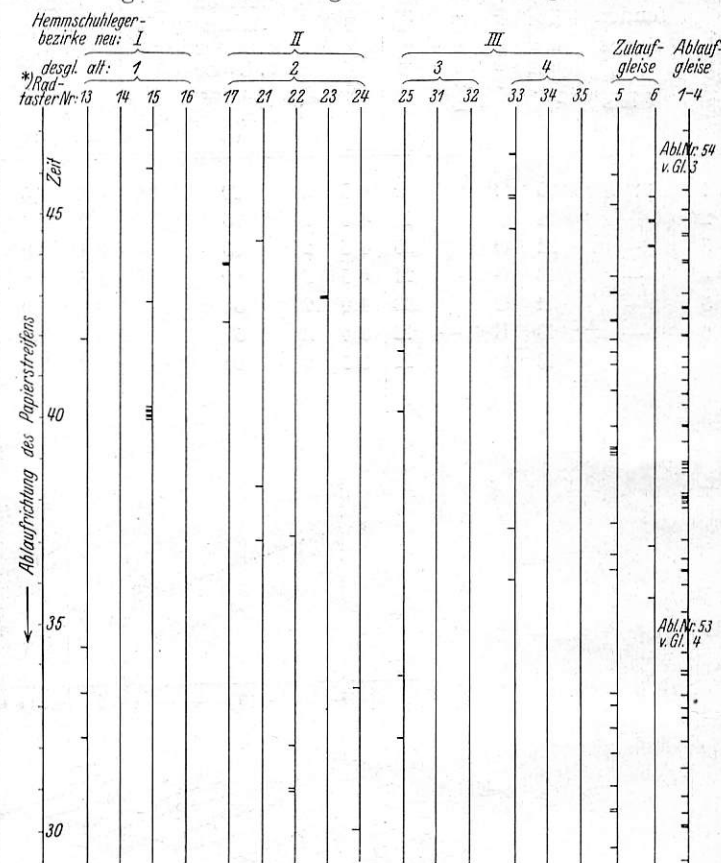
C. Maßnahmen zur wirtschaftlicheren Gestaltung der Zugzerlegung.

Bei der eigentlichen Zerlegung wurden durch den Einbau der Seilablaufanlage elf Bremsen gespart und drei Mann, für den Posten des sogenannten Beimanns, zum Lösen der Bremsen, Sichern der Seilwagen und zur Unterstützung des Verteilers beim Bedienen des Lautsprechers neu eingesetzt. Ferner wurde die Zahl der Gruppenbegleiter vermindert.

*) Vergl. Verf. und Reichsbahnoberrat Rudolf Lehmann, Dresden: „Die selbsttätige Weichenstellanlage im Ablaufbetrieb“ im vorliegenden Heft.

Eine weitere wesentliche Ersparnis wurde dadurch erreicht, daß infolge der gesteigerten Leistungsfähigkeit des Ablaufberges die Arbeitszeit dem Verkehrsanfall nach Möglichkeit angepaßt wurde. Dies geschah durch Einführung von Betriebspausen. Es bestehen z. Z. vier Dienstpläne für das bei der Zugzerlegung beschäftigte Personal und zwar für 16-, 18-, 21- und 24stündigen Betrieb. Die Pläne sind so abgestimmt, daß es in kürzester Zeit möglich ist, von einem Dienstplan auf einen anderen überzugehen.

Ein Vergleich der Abb. 14a mit Abb. 14b zeigt, daß heute in 16 Stunden etwa die gleichen Leistungen erzielt werden wie 1925 in 24 Stunden. Diese Steigerung der Leistungsfähigkeit des Ablaufberges ermöglicht es, den 16stündigen Betrieb bis zu ständigen Ablaufleistungen von 3600 Wagen und damit



*) Die Anordnung der Rad-taster ist aus Abb. 2, Taf. 1 zu ersehen.

Abb. 18. Hemmschuhlegerdienst.
(Aufnahme mit der Betriebsschauuhr.)

während der längsten Zeit des Jahres durchzuhalten. Die insgesamt erzielten Ersparnisse betragen bei der eigentlichen Zerlegung rund 31,5%. Wenn die seit 1925 stattgefundenen Gehalts- und Lohnsteigerungen unberücksichtigt bleiben, würden die Ersparnisse 54,9% betragen.

Beim freien Ablauf der Wagen in die Richtungsgleise konnten wesentlich größere Ersparnisse erzielt werden. Der Wegfall der Unterzerlegungsstellen, die Einführung der selbsttätigen Weichenstellanlage und die Einführung einer 16stündigen Arbeitszeit brachten rund 4,6% Ersparnis; unter Annahme der gleichen Gehalts- und Lohnsätze von 1925 für 1930 würde sich die Ersparnis auf 38,4% belaufen.

In den Richtungsgleisen wurden besondere Rangiermeister, sogenannte Harfenmeister, als Aufsichtsbeamte eingesetzt, denen insbesondere auch die Überwachung der Vorsichtswagen obliegt. Die Zahl der Hemmschuhlegerbezirke wurde von zehn auf sieben vermindert (vergl. Abb. 11, römische Zahlen). Insgesamt trat eine Verminderung der Kosten um 5,4% ein; bei gleichen Gehalts- und Lohnsätzen wie 1925 29,4%.

Zusammenfassend ist also bei der Zugzerlegung bei gleichen Leistungen wie im Jahre 1925, aber 16stündiger Betriebszeit eine Personalsparnis von 77 Mann oder 44 % erzielt worden. Damit sinken die Behandlungskosten für einen Wagen im Stundendurchschnitt auf die aus Abb. 12b Kurve B ersichtlichen Werte. Kurve B_1 gibt die Behandlungskosten bei Annahme gleicher Gehalts- und Lohnsätze wie 1925 an. Die Kurven C bis E und C_1 bis E_1 zeigen sinngemäß die Behandlungskosten der eigentlichen Zerlegung, des freien Ablaufs und des Sammeln der Wagen in den Richtungsgleisen.

D. Die Zugzerlegung am Ende des Jahres 1930.

Der Ablauf vollzieht sich nunmehr zwangsläufig in der Gleisfolge 4, 3, 2, 1 (vergl. Abb. 2, Taf. 4). Ein freies Ablaufgleis (z. B. 4) wird durch eine Schleppfahrt besetzt, wenn das benachbarte Ablaufgleis (in diesem Falle Gleis 3) abläuft. Die Zahl der den Ablauf kreuzenden Einfahrten ist auf ein Mindestmaß heruntergegangen. Die Lokomotive einer Schleppfahrt wird vom Drehweichenwärter abgehängt und nach dem Lokomotivrückfahrtsgleis abgedreht. Sobald der Seilwagen für den eingefahrenen Zug ankommt, hängt der Wärter den Seilwagen an den Zug und gibt die entsprechenden Signale an den Ablaufmeister. Dieser regelt die Zuführungsgeschwindigkeit. Weiteres siehe in den Aufsätzen „Die Seilablaufanlage“, „Ablauf mit veränderlichem Ablaufpunkt“ und „Die selbsttätige Weichenstellanlage im Ablaufbetrieb“. An den Zwischenhemmungen und am Aufhalten der Wagen in den Richtungsgleisen hat sich nichts geändert.

V. Zugbildung und Ausgangsbehandlung.

Die betriebswissenschaftliche Untersuchung der Zugbildung und der Ausgangsbehandlung ist noch nicht abgeschlossen. Um jedoch einen vollständigen Überblick über die Abwicklung der Betriebsvorgänge in einem Gefällsbahnhof zu geben, soll nachstehend die Zugbildung und Ausgangsbehandlung, bei denen sich seit 1925 nur wenig geändert hat, kurz geschildert werden.

Zur Zugbildung sind drei sogenannte Zugbaukolonnen eingesetzt, die je aus einem Rangiermeister, einem Rangieraufseher und einer entsprechenden Anzahl Rangierarbeitern bestehen. Die Zugbaukolonnen haben die Aufgabe, die bunt in einem Richtungsgleise stehenden Wagen eines Zuges nach der Ausfahrgruppe abzulassen und hierbei in den Stationsharfen (den sogenannten Rosten) zu ordnen. Wenn der Rangiermeister die im Richtungsgleis stehenden Wagen aufgeschrieben und sich ein Bild über ihre Verteilung auf die zur Verfügung stehenden Stationsgleise gemacht hat, wird der Wagenzug von zwei bis drei Mann der Zugbaukolonne besetzt und mit einer geringen Geschwindigkeit von etwa 0,3 m/sec abgelassen. Die Wagen werden mit einer Rangiergabel abgehängt und laufen im freien Ablauf nach den einzelnen Stationsgleisen, wo sie von den übrigen Leuten der Zugbaukolonne, die als Hemmschuhleger eingesetzt sind, aufgehalten und gekuppelt werden. Fehlläufer oder solche Wagen, die als Schlußbremswagen laufen sollen, werden besonders ausgehalten. Sind auf diese Weise sämtliche Wagen aus einem Richtungsgleise zuzüglich einer etwaigen Zusatzgruppe aus einem benachbarten Gleise (die Richtungsgleise sind im Durchschnitt sehr kurz) auf die Stationsgleise verteilt, so werden unter Berücksichtigung der für die Zugbildung erlassenen Vorschriften und der gegebenenfalls von den Außenstationen eingehenden Meldungen die einzelnen Gruppen unter Besetzung der Handspindelbremsen in den Weichenstraßen der Stationsharfe zusammengestellt. Von hier aus laufen sie in zwei bis drei großen mit Bremsern besetzten Gruppen nach den Ausfahrgleisen ab, wo sie den Stamm des Ausfahrzuges bilden. Da bei mehreren Gleisgruppen eine zweite Stationsharfe angeschlossen ist, besteht die Möglichkeit einer weitergehenden Nachordnung.

Die großen Vorteile dieses Betriebsverfahrens liegen in den vielgestalteten Möglichkeiten der Zugbildung und vor allem im Arbeiten ohne jede Rangierlokomotive. Nachteilig sind die z. T. großen Wege für die einzelnen Arbeiter der Zugbaukolonne und als örtliche Eigentümlichkeit die zu kurzen Richtungsgleise. Dieser Umstand führt häufig dazu, daß bei drohender Überfüllung eines Richtungsgleises auf Anordnung des Ablaufmeisters eine Zugbildung unterbrochen werden muß, um einen Teil der Wagen des angefüllten Gleises in die Stationsharfen abzulassen. Der Zeitverlust durch solche unproduktive Nebenarbeiten ist erheblich, außerdem werden die Stationsharfen hierdurch z. T. besetzt, so daß sie dann für die Zwecke der eigentlichen Zugbildung nicht mehr ausreichen.

Der durch die Zugbaukolonne nach den Ausfahrgleisen gebrachte Zugstamm wird durch besondere Zugfertigsteller und Schmierer ausgangstechnisch behandelt und durch die Wagenmeister brems- und wagentechnisch untersucht. Die sogenannten Spitzenwagen und die Zugführerwagen bringt die Zuglokomotive mit; in einzelnen Fällen werden die dringlichen Wagen von den Rangierlokomotiven der Ost- oder Westseite zugestellt.

Die Kosten der Zugbildung betragen 1925 insgesamt 1135 *R.M.* täglich. Auf Grund der bisherigen Arbeits- und Zeitstudien und durch Einführung von Betriebspausen auch bei der Zugbildung ist der Personalbestand um 45 Mann vermindert worden. Bei gleichgebliebenen Löhnen entspräche das einer Ersparnis von 335 *R.M.*/Tag; tatsächlich sind aber durch die Gehalts- und Lohnsteigerungen Mehrausgaben von täglich 56 *R.M.* entstanden. Da z. Z. die Zahl der bei der Zugbildung täglich behandelten Wagen im Durchschnitt 3500 beträgt, kostet die Behandlung eines Wagens bei der Zugbildung etwa 0,34 *R.M.*

Wesentlich höher sind die Kosten der Ausgangsbehandlung. Nach dem Personalbesetzungsplan (Taf. 2) waren 1925 hierfür 93 Mann, 1930 103 Mann eingesetzt, die einen Gehalts- und Lohnaufwand von 950 *R.M.*/Tag im Jahre 1925 und 1482 *R.M.*/Tag im Jahre 1930 verursachten. Die Gesamtkosten der Ausgangsbehandlung betragen für einen Wagen z. Z. etwa 0,42 *R.M.*

VI. Ergebnisse. Folgerungen. Ausblicke.

Das Ziel einer betriebswissenschaftlichen Untersuchung im Eisenbahnbetriebsdienste besteht — wie eingangs erwähnt — in der Erfüllung von fünf Forderungen: Steigerung der Leistungsfähigkeit, Verminderung der Betriebskosten, Beschleunigung des Wagenumlaufs, Erhöhung der Sicherheit und Steigerung der Arbeitsfreudigkeit. Inwieweit diese Ziele bisher erreicht sind, soll an Hand der nachstehend nochmals kurz zusammengestellten Ergebnisse kritisch beleuchtet werden.

1. Steigerung der Leistungen.

Die Leistungen beim Schleppbetrieb und bei der Zugzerlegung weisen heute gegen 1925 eine Steigerung um rund 33 % auf. Dieses Ergebnis ist nur zu einem geringen Teil durch eine Steigerung des Arbeitstempos, in der Hauptsache durch eine Beseitigung vermeidbarer Verlustzeiten und durch ein gleichmäßiges störungsfreies Arbeiten erzielt worden, „Fließarbeit“. Die technische Forderung der neuesten Zeit stellt in einem Worte den Weg dar, der zum Erfolg geführt hat. Ein Vergleich der Auswertungsbogen Abb. 14a (1925) und Abb. 14b (1930) zeigt dies deutlich. Während der Nutzungsgrad des Ablaufberges 1925 nur 58,6 % betrug, ist er 1930 auf 71,3 % gestiegen.

Die beim Ablauf erzielten Leistungssteigerungen gehen am deutlichsten aus den stündlichen Durchschnittsleistungen hervor. Die stündliche Leistung ist ein außerordentlich brauchbarer Vergleichsmaßstab, der zweckmäßiger ist als z. B. die Ablaufdauer eines Zuges oder die in 24 Stunden erzielte Ge-

samtleistung, weil bei diesen Werten Zufälligkeiten und zeitweiser Mangel an Arbeit einen verschleiernenden Einfluß ausüben können. Seit 1925 werden in Dresden-Friedrichstadt die Leistungen im Schlepp- und Ablaufbetrieb stündlich festgestellt. Dies geschieht in einfachster Weise durch Zählwerke, die vom Stellwerkswärter abgelesen werden. Abb. 19 zeigt die Anordnung der Zähler, die von Radtastern (Zauggsche Pedalkontakte)*) betätigt werden und Abb. 20 den Zählbogen. In

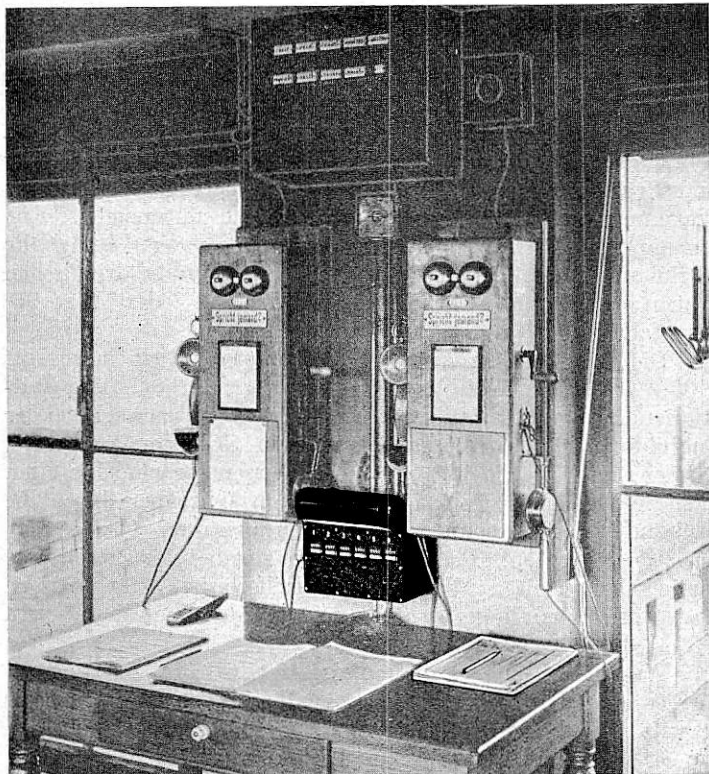


Abb. 19. Anordnung der Zähler für die Achszählanlage.

einfachster Weise ist es mit Hilfe dieser Zählbogen möglich, den Einfluß ungünstiger Witterungseinflüsse oder besonderer Vorkommnisse (z. B. passive Resistenz) nachzuweisen, die verschiedenen Leistungen einzelner Ablaufmeister zu vergleichen, die Ergebnisse baulicher Veränderungen oder betrieblicher Maßnahmen nachzuprüfen u. dergl. mehr.

Die Zubringerleistungen (Schleppverkehr) und die Verarbeitung der Bergleistungen konnten dieser Leistungssteigerung des Berges angepaßt werden. Der Nutzungsgrad des Schleppverkehrs ist von 51% im Jahre 1925 auf 64% im

*) Geliefert von der Hasler A. G., Bern.

Jahre 1930 gestiegen, wobei allerdings zu erwarten ist, daß im Schleppverkehr in Bälde die Grenze erreicht sein wird, wo mit einer bloßen Betriebsorganisation nicht mehr auszukommen ist. Das gleiche ist von der Verarbeitung der gesteigerten Ablaufleistungen in den Richtungsgleisen zu sagen. Trotz der kurzen Richtungsgleise (von 45 Richtungsgleisen haben 22 eine Länge von 300 m und darunter, die übrigen sind im Durchschnitt 450 m lang) sind Vorflutstockungen bisher kaum zu verzeichnen gewesen. Dies wird sich ändern, wenn die Leistungsfähigkeit des Ablaufberges weiter erhöht wird.

2. Kosten.

Wenn man Kostenvergleiche zwischen 1925 und 1930 vornehmen will, stößt man auf Schwierigkeiten, sobald die zur

| Bahnhof Dresden-Friedrichstadt | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------|-------------|-----------|---------------------|-----------|-------------|------------------|-------------|--------|-----------------------------|--|
| Zählbogen | | | | | | | | | | Tag: 19./20. Sept 1930 | |
| für den Achsenablauf vom Ablaufberg | | | | | | | | | | | |
| Zulaufgleis Richtung Zeit | Nordgruppe 102 | | | Mittelgruppe 104 | | | Südgruppe 105 | | | Summe Spalten 3+5+7+9 | Bemerkungen und Namenszug bei Dienstwechsel |
| | 12-25 | | 31-35 | | 42-57 | | 61-81 | | | | |
| | Ableseung | Unterschied | Ableseung | Unterschied | Ableseung | Unterschied | Ableseung | Unterschied | Achsen | | |
| 6 ⁰⁰ | | | | | | | | | | | |
| 7 ⁰⁰ | | | | | | | | | | | |
| 8 ⁰⁰ | | | | | | | | | | | |
| 9 ⁰⁰ | 1716 | | 1260 | | 0193 | | 4776 | | | | |
| 10 ⁰⁰ | 1735 | 119 | 1277 | 11 | 0299 | 106 | 4777 | 101 | 344 | | |
| 11 ⁰⁰ | 2122 | 287 | 1326 | 41 | 0402 | 192 | 4953 | 76 | 514 | | |
| 12 ⁰⁰ | 2296 | 174 | 1397 | 71 | 0557 | 156 | 5059 | 166 | 507 | | |
| 13 ⁰⁰ | | | | | | | | | | | |
| 14 ⁰⁰ | | | | | | | | | | | |
| 15 ⁰⁰ | 2396 | 109 | 1450 | 52 | 0727 | 171 | 5735 | 76 | 397 | | |
| 16 ⁰⁰ | 2597 | 202 | 1491 | 41 | 0890 | 162 | 5214 | 79 | 474 | | |
| 17 ⁰⁰ | 2669 | 71 | 1570 | 79 | 1010 | 120 | 5266 | 52 | 322 | | |
| 18 ⁰⁰ | 2786 | 117 | 1644 | 74 | 1143 | 133 | 5370 | 114 | 457 | | |
| 19 ⁰⁰ | 2947 | 142 | 1716 | 72 | 1254 | 111 | 5445 | 65 | 390 | | |
| 20 ⁰⁰ | | | | | | | | | | | |

Abb. 20. Zählbogen für die Achszählanlage.

Verbesserung aufgewendeten Kapitalbeträge berücksichtigt werden sollen. Eine einwandfreie Lösung dieser Frage erscheint nicht möglich, weil die meisten Verbesserungen dann vorgenommen wurden, wenn die Erneuerung der Anlagen an sich notwendig geworden wäre. So wäre es z. B. nicht vertretbar, die Kosten für die Erneuerung des Oberbaues durch Zins- und Tilgungsbeträge in den Vergleichskosten zu berücksichtigen oder die selbsttätige Ablaufanlage voll einzusetzen, weil die laufende Erneuerung der Rangierstellwerke nach 37jähriger Benutzung wohl kaum bestritten werden kann. Der gangbarste Weg wäre noch der, die Mehrkosten gegenüber der

Zusammenstellung 4.

Gegenüberstellung der Kosten für die einzelnen Hauptarbeitsgebiete.

| 1 | 2 | 1925 | | | 1930 | | | 1930 mit Einheitskosten v. 1925 | | |
|----------|----------------------------------|-----------------|------------------|--------------|-----------------|------------------|--------------|---------------------------------|------------------|--------------|
| | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Lfd. Nr. | Arbeitsgebiete | Personal-Kosten | Lokomotiv-Kosten | Gesamtkosten | Personal-Kosten | Lokomotiv-Kosten | Gesamtkosten | Personal-Kosten | Lokomotiv-Kosten | Gesamtkosten |
| 1 | Eingangsbearbeitung | 867,25 | 73,60 | 940,85 | 1280,20 | 88,00 | 1368,20 | 862,15 | 73,60 | 935,75 |
| 2 | Schleppdienst | 455,53 | 827,20 | 1282,73 | 401,35 | 633,60 | 1034,95 | 266,80 | 557,80 | 824,60 |
| 3 | Zugzerlegung | 1316,93 | — | 1316,93 | 1179,60 | — | 1179,60 | 811,05 | — | 811,05 |
| 4 | Zugbildung | 1107,68 | 27,60 | 1135,28 | 1188,90 | — | 1188,90 | 799,90 | — | 799,90 |
| 5 | Bearbeitung in der Ausfahrgruppe | 821,38 | 128,80 | 950,18 | 1328,45 | 154,00 | 1482,45 | 918,60 | 128,80 | 1047,40 |
| | Summe .. | 4568,77 | 1057,20 | 5625,97 | 5378,50 | 875,60 | 6254,10 | 3658,50 | 760,20 | 4418,70 |

normalen Erneuerung in Ansatz zu bringen, aber auch dabei treten wieder Fragen auf, welche Zinssätze, Tilgungsquoten usw. einzusetzen, wie gegebenenfalls Ersparnisse an Unterhaltungsaufwand zu berücksichtigen sind, welche Ersparnisse eingesetzt werden sollen, wenn eine Neuanlage unfallverhütend wirkt u. dergl. mehr. Aus diesen Gründen ist der seit 1925 in der Hauptsache für Erneuerung aufgewendete Kapitalbetrag in den Kostenangaben nicht berücksichtigt; es ist aber notwendig, sich darüber klar zu werden, daß hier eine Lücke vorhanden ist.

Zusammenstellung 4 bringt auf Grund des Personalbesetzungsplans (Taf. 2) eine Gegenüberstellung des persönlichen und sächlichen Aufwandes und der Kosten für die einzelnen Hauptarbeitsgebiete.

Der Vergleich der Kosten erhält erst dann seine richtige Grundlage, wenn neben den Aufwendungen auch die Leistungen mit berücksichtigt werden. Dies ist in Abb. 21 geschehen, wo die Kurve A die durchschnittlichen stündlichen Leistungen in den Jahren 1925 bis 1930 zeigt. Die Entwicklung der tatsächlichen Kosten für die Behandlung eines Wagens ist in Kurve B dargestellt. Die Kurve C stellt den Verlauf dar, den die Kurve bei gleichbleibenden Löhnen und Betriebsstoffkosten genommen hätte. Die Erklärung für den Unterschied zwischen B und C gibt Kurve D = Entwicklung des Arbeitslohnes für einen Rangierarbeiter von 1925 bis 1930.

3. Beschleunigung des Wagenumlaufs.

Die Beschleunigung des Wagenumlaufs ist im einzelnen in den Abschnitten II bis IV behandelt. Über den Einfluß der Betriebspausen auf den Wagenumlauf und über die Dauer der Zugbildung und Ausgangsbehandlung soll nach Abschluß der im Gange befindlichen Untersuchungen weiteres gebracht werden.

4. Erhöhung der Sicherheit.

Die Zahl der persönlichen und sächlichen Unfälle ist laut Ausweis der Statistik ständig zurückgegangen; nur während der großen Kälte im Winter 1928/29 ist eine vorübergehende Zunahme zu verzeichnen gewesen.

5. Hebung der Arbeitsfreudigkeit.

Die Arbeitsbedingungen für das Personal wurden so weit als irgend möglich erleichtert. Namentlich die Seilablaufanlage hat hierzu wesentlich beigetragen, desgleichen die Einrichtung von Lautsprechern und Fernsprechverbindungen, die Aufstellung elektrischer Signal- und Weichenstellanlagen usw.

Besondere Sorgfalt wurde auf einwandfreie Rangierwege und eine ausreichende Beleuchtung gelegt*).

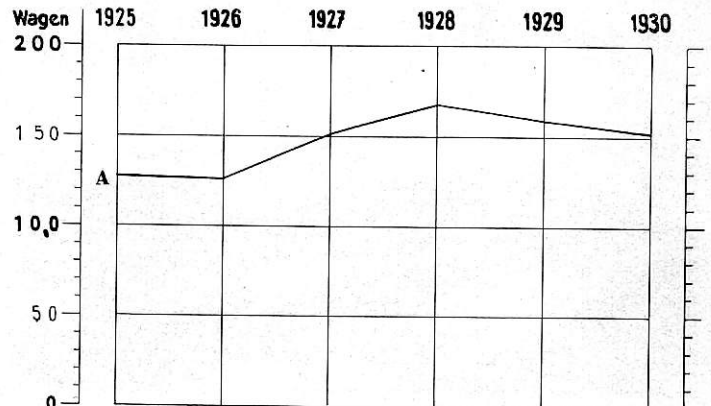
Die Aufenthaltsräume für das Personal sind wesentlich verbessert worden. Abb. 22a zeigt die einfachen Holz- und Fachwerksbuden, die bis 1927 als Aufenthaltsräume zur Verfügung standen, Abb. 22b das moderne in vier Stockwerken ausschließlich Personalzwecken dienende neue Dienstgebäude, das neben hygienisch einwandfreien Abortanlagen Wasch- und Baderäume mit fließendem kalten und warmen Wasser, Schrankräume, Trockenräume für nasse Kleidung, zentralgeheizte Aufenthaltsräume zum Einnehmen der Mahlzeiten mit Küche und Gaskochern, einen Sanitätsraum, ferner Fahrradschuppen usw. enthält. Für die im Freien arbeitenden Leute sind Postenbuden aufgestellt.

Als weiteres Mittel zur Hebung der Arbeitsfreudigkeit und Steigerung der Leistungen ist das versuchsweise eingeführte veredelte Rangierprämienverfahren anzusprechen, über das später im Zusammenhang berichtet werden soll.

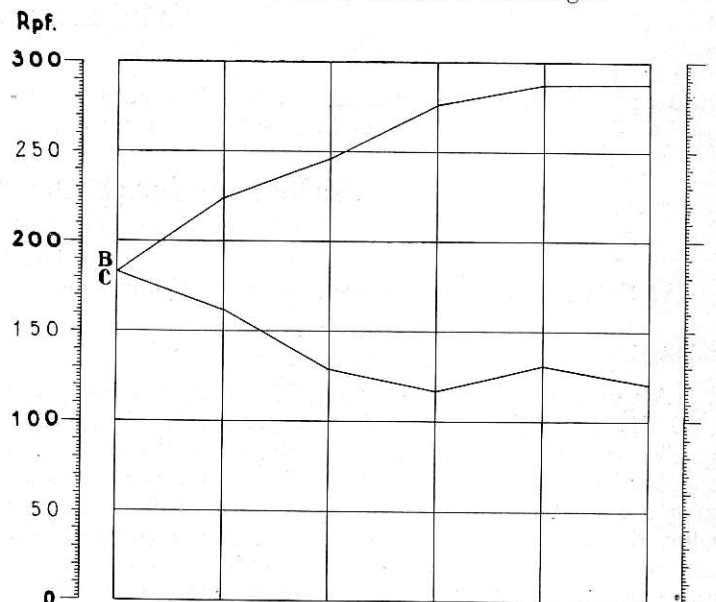
Damit sind kurz die Erfolge gekennzeichnet, die die Betriebswissenschaft in Zusammenarbeit mit den beteiligten

*) Vergl. Aufsatz im vorliegenden Heft: „Lichttechnische Sonderausführungen“ von Reichsbahnoberrat Besser.

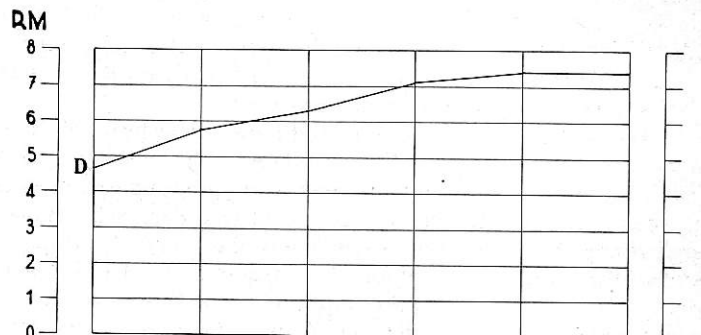
Arbeitsgebieten, wie Baudienst, Sicherungs- und Fernmeldedienst, Betriebs- und Verkehrsdienst, Personaldienst usw. errungen hat. Ohne wesentliche bauliche Veränderungen — in Abb. 2, Taf. 1 ist der neue Lageplan des Bahnhofs unter



A = Durchschnittlich stündliche Leistungen.



B = Durchschnittliche Kosten für die Behandlung eines Wagens.
C = Desgl. bei Annahme gleichgebliebener persönlicher und sächlicher Kosten.



D = Entwicklung des Arbeitslohnes für einen Rangierarbeiter.
Abb. 21. Kosten für die Behandlung eines Wagens.

Berücksichtigung aller vorstehend im einzelnen erwähnten baulichen Verbesserungen dargestellt — wurde damit erreicht, daß:

1. die Schwierigkeiten, die der Bahnhof vor 1925 dauernd verursachte, behoben sind;
2. der Bau eines neuen Verschiebebahnhofs oder die geplante große Erweiterung des alten Bahnhofs auf unbestimmte Zeit verschoben werden kann, und daß
3. die Betriebsführung wirtschaftlicher gestaltet wurde.

Gleichzeitig ist aber mit vorstehenden Darlegungen bewiesen, daß die früher in Dresden-Friedrichstadt vorhandenen

Schwierigkeiten nicht — wie es oft geschehen ist — auf das System des Gefällsbahnhofs zurückgeführt werden dürfen.

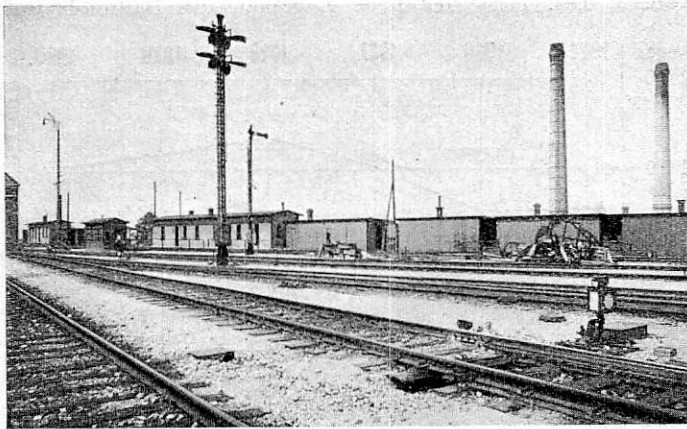


Abb. 22 a.

1925

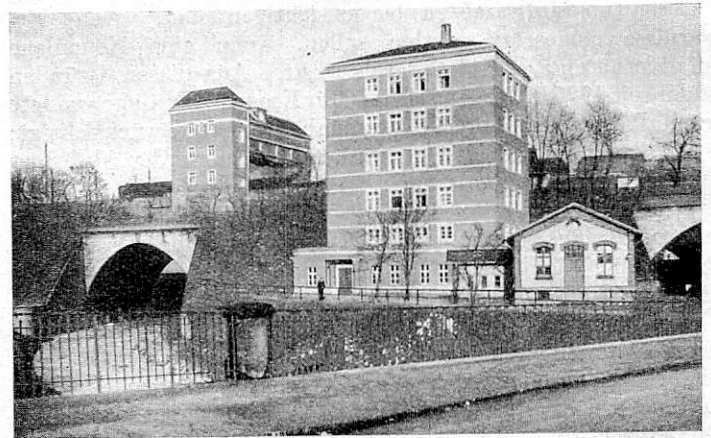


Abb. 22 b.

1930

Aufenthaltsräume für das Personal.

Im Gegenteil, die Untersuchungen haben Erkenntnisse gebracht, die bei sinnvoller Anwendung wohl geeignet sind, die

gesamte Rangiertechnik auf Verschiebebahnhöfen zu befruchten.

Sicherheitseinrichtungen und Fernmeldeanlagen.

Von Reichsbahnoberrat **Rudolf Lehmann**, Dresden.

Hierzu Tafel 6 und 7.

A. Entwicklung der Anlagen bis zum Umbau des Ablaufberges.

1. Stellwerke.

Als dem Bahnhof Dresden-Friedrichstadt in den Jahren 1890 bis 1894 die noch heute vorhandene äußere Gestalt gegeben wurde, war der Bau mechanischer Stellwerksanlagen und damit die Zentralisierung der Weichen und Signale bereits zu hoher Vollkommenheit gelangt. Der Doppeldrahtzug war schon damals das selbstverständliche Übertragungsmittel für das Stellen der Signale und das Riegeln der Weichen, während für das Stellen der Weichen zwei Übertragungsarten — das Rohrgestänge und der Doppeldrahtzug — zur Wahl standen. Das Rohrgestänge wurde wegen der Einfachheit seiner Unterhaltung und wegen seiner hohen Lebensdauer bevorzugt. Der Doppeldrahtzug war als Stellmittel für Weichen noch verhältnismäßig jung, hatte sich aber in einigen Anlagen schon als vertrauenswürdiges Bauelement der mechanischen Übertragung erwiesen.

Die Betriebssicherheit des Bahnhofs erforderte, daß bei der Ausführung der Stellwerksanlagen das zu jener Zeit erreichbare Höchstmaß technischer Durchbildung angewendet wurde, und dem ist bei der Ausgestaltung der sechs Hauptstellwerke (Weichen- und Signalstellwerke) und 16 Rangierstellwerke allenthalben entsprochen worden. Bei der Sicherung der in die Hauptstellwerke einbezogenen Weichen, die im wesentlichen dem Verkehr der Züge dienen, entschied man sich für das in langjährigem Betriebe bewährte Rohrgestänge. Man glaubte aber auch, sich beim Antrieb der Weichen der technischen Neuerung, die durch den Doppeldrahtzug verkörpert wurde, nicht verschließen zu dürfen, und so haben die Weichen der Rangierstellwerke den Antrieb durch Doppeldrahtzug erhalten.

Die vorgenannten Stellwerke sind von Max Jüdel & Co. in Braunschweig geliefert worden und sind bis auf die Anlagen, die beim Umbau des Ablaufberges abgebrochen werden mußten, zur Zeit noch in Betrieb. Sie sind in einem Zeitraum von rund 35 Jahren nur mit den Mitteln der gewöhnlichen Unter-

haltung im betriebssicheren Zustande erhalten worden und beweisen noch heute die Richtigkeit der damaligen Entschlüsse.

Als Beispiel für die einfache äußere Form der alten Stellereien sei das Bild der beim Umbau des Ablaufberges

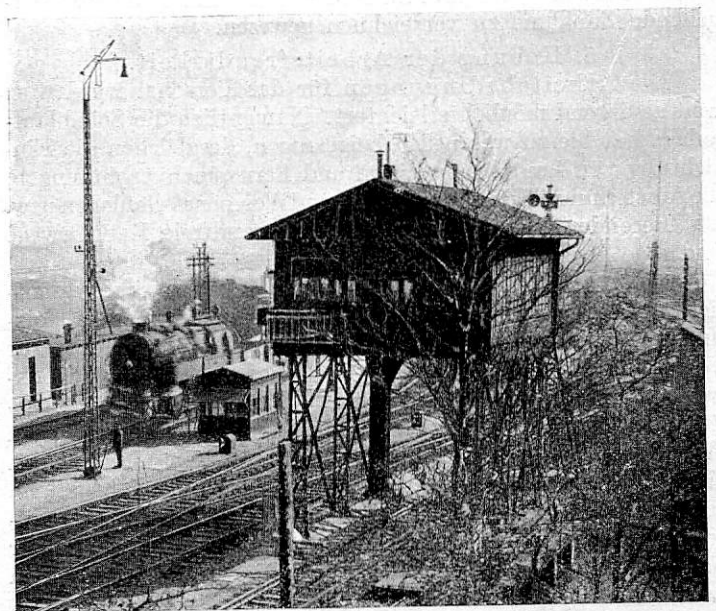


Abb. 1. Alte Weichen- und Signalstellerei am Ablaufberg.

abgebrochenen Stellerei 20 angeführt, von der aus die Weichen und Signale für die Schlepffahrten in die Ablaufgleise bedient wurden (Abb. 1), als Beispiel für die Rangierstellereien, die bei Einführung der selbsttätigen Weichenstellanlage weggefallene Stellerei 19 (Abb. 2).

Ferner sei die Rangierstellerei wiedergegeben, von der aus eine Zeit lang die ersten Hauptverteilungsweichen gestellt

wurden (Abb. 3). Sie ist ein Bindeglied zwischen der alten und der neuen Betriebsweise, weil sie ihren Dienst noch nach der Rationalisierung des Ablaufbetriebes getan hat, bis die selbsttätigen Stellwerksanlagen für den Ablauf in Gebrauch genommen wurden. Aus Mangel an Raum zwischen den Gleisen mußte sie in der unteren Stufe des lichten Raumes der ihr benachbarten Gleise untergebracht werden. Dazu war es nötig, ihre Fußbodenhöhe etwa 1 m unter Schienenunterkante zu legen (vergl. Abb. 4). Bei dieser Anordnung bot sie dem Wärter einen überraschend guten Ausblick über

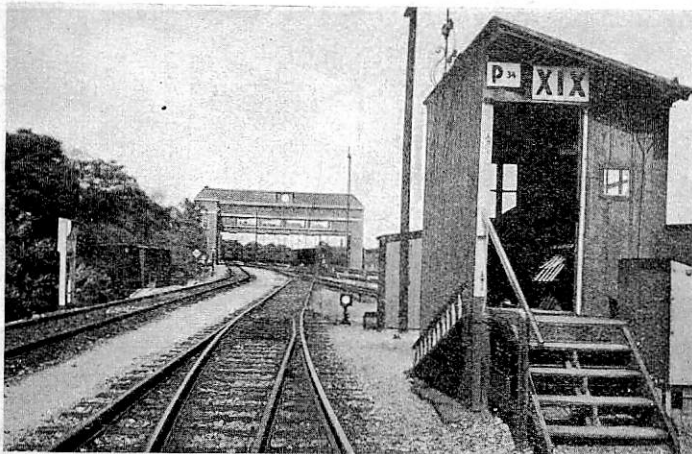


Abb. 2. Alte Rangierstellerei 19.

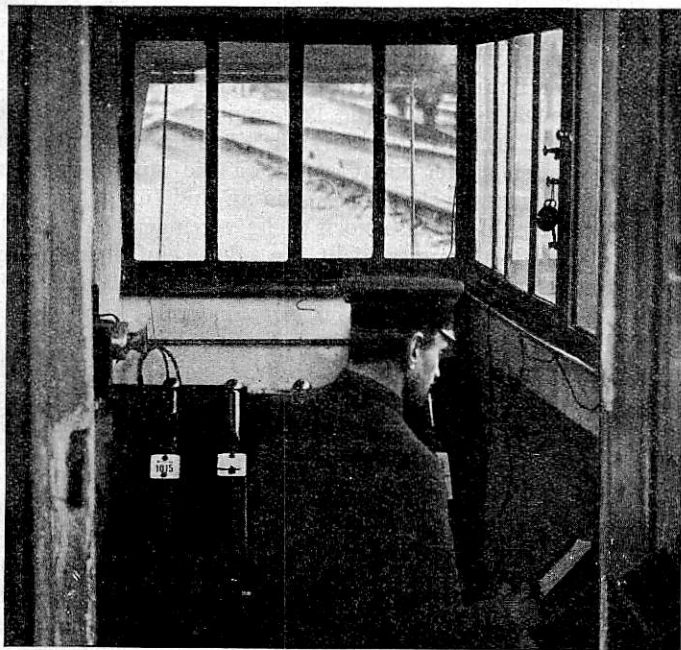


Abb. 3. Versenkte Stellerei für die ersten Verteilungswweichen.

die auf ihn zurollenden Wagenachsen. Da Sperreinrichtungen für die Weichen nicht angewendet wurden, ermöglichte das Stellwerk das Umstellen der Weichen im letzten Augenblick vor Berührung der Weichenzungen durch die erste Achse der Wagen und damit für seinen Bereich eine außerordentliche Raschheit der Weichenbedienung. Besorgnisse, daß Wagen in den ersten Hauptverteilungsweichen entgleisen und den Wärter gefährden könnten, haben sich als unbegründet erwiesen. Jedenfalls bietet das Stellwerk ein Beispiel dafür, welchen Beschränkungen sich Betrieb und Stellwerksbau unterwerfen können, wenn ihnen eine großzügigere Entwicklung unmöglich ist.

2. Blockanlagen.

Die Stationsblockeinrichtungen wurden für die ursprünglichen Anlagen des Bahnhofs nach den vom nachmaligen Präsidenten Dr. Ulbricht der Generaldirektion der Sächsischen Staatseisenbahnen entwickelten Grundsätzen der Gruppenblockung in Verbindung mit Zustimmungskontakten beim Fahrdienstleiter ausgebildet und sind in ihrer wesentlichen Anordnung ebenfalls noch heute in Benutzung, wenn auch die blocktechnische Fortbildung im Laufe der Jahre einige Ergänzungen gebracht hat.

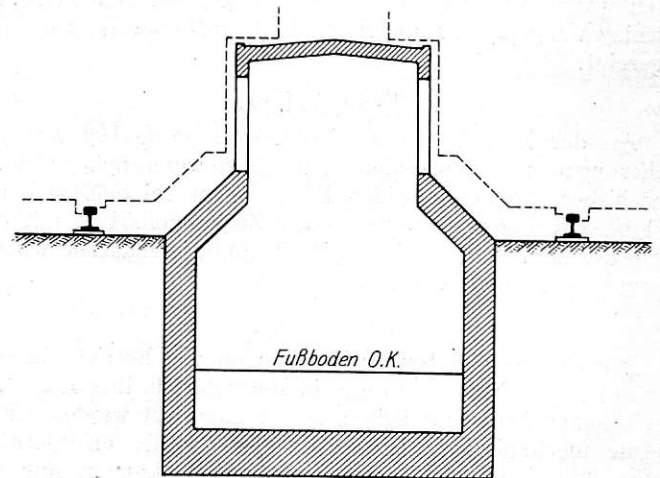


Abb. 4. Versenkte Stellerei, Querschnitt.

Das Kennzeichen der Gruppenblockung ist die Zuteilung je nur eines Blockfeldes für die Fahrstraßenfesthaltung, die Signalfesthaltung, Signalfreigabe und Entriegelung für eine Gruppe sich gegenseitig ausschließender Fahrten gleicher Richtung, also beispielsweise für sämtliche Einfahrten aus einem Streckengleis in verschiedene Gleise des Bahnhofs. Die Gewähr dafür, daß das Signal nur für die vom Fahrdienstleiter gewollte Fahrt freigegeben wird, wird für die Einfahrten durch die Zustimmungskontakte (jetzt Befehlschalter genannt) gegeben, deren Bedienung ausschließlich dem Fahrdienstleiter zukommt, andererseits aber auch durch unmittelbar mit den Fahrstraßenschiebern verbundene Kontakte — die Fahrstraßenkontakte —, die gleichzeitig mit der elektrischen Festlegung der Fahrstraßenschieber durch die Fahrstraßenverschlußfelder festgehalten werden und damit eine Vorbedingung für die Freigabe des Signals bilden.

Bei den Ausfahrten hat man damals auf Zustimmungskontakte noch verzichtet. Man beschränkte sich hier auf die Signalfreigabe durch Bedienung eines Ausfahrtfeldes im Telegraphendienstraum auf mündlichen Befehl des Fahrdienstleiters.

Des geschichtlichen Interesses wegen, das diese Form der Stationsblockung bietet, ist ein grundsätzlicher Blockbedienungsplan für Ein- und Ausfahrten in Abb. 5, Taf. 6 gegeben.

Der Streckenblock in der alten zweifelderigen Form ist bis etwa 1905 in Betrieb gewesen und danach durch die vierfelderige Form ersetzt worden.

3. Fernmeldeanlagen.

Die Fernmeldeanlagen hielten sich anfangs in den bescheidensten Grenzen und bestanden aus Morseverbindungen zwischen den betrieblich wichtigsten Stellen, Läuteanlagen, Klingel- und Sprachrohrenrichtungen. Sie wurden aber schon 1895 durch Fernsprechanlagen ergänzt, und zwar durch eine einfache Reihenanlage mit drei Apparaten und einen

15teiligen OB-Fernsprechumschalter mit den entsprechenden Einzelanschlüssen.

1909 wurden die ersten Lautsprecher, Bauart Lorenz eingebaut. Ihre Lautstärke reicht nur für Innenräume aus. Sie sind an untergeordneten Stellen noch heute im Gebrauch.

1915 brachte einen neuzeitlichen ZB-Glühlampenfern-sprechumschalter, an den zur Zeit 250 Sprechstellen angeschlossen sind.

Fernmeldeanlagen für den Ablauf fehlten bis zur Rationalisierung. Die Gleise, in die die abrollenden Wagen zu leiten waren, wurden den Wärtern durch den örtlichen Verhältnissen angepaßte Rangiersignale (Zuruf- oder Winksignale) angezeigt.

B. Neue Anlagen.

An der Lösung der Rationalisierungsaufgaben hat die Sicherungs- und Fernmeldetechnik einen wesentlichen Anteil. Was bisher auf diesen beiden Fachgebieten im Schleppdienst und bei der Zugzerlegung in enger Zusammenarbeit mit der Betriebswissenschaft und der Bautechnik geschaffen wurde, sei im folgenden dargestellt.

1. Stellwerke.

Für die gesteigerten Anforderungen des Betriebs kamen nur elektrische Kraftstellwerke in Betracht, da ihre Lage den betrieblichen Notwendigkeiten besser angepaßt werden kann, als die mechanischer Stellwerke, und da die erforderliche rasche Zeitfolge aller Tätigkeiten und Wirkungen nur bei weitgehender Anwendung der elektrischen Energie gewährleistet wird. Zu alledem entlasten sie die Wärter von körperlicher Tätigkeit und erleichtern ihnen auf diese Weise die volle geistige Einstellung auf die Fließarbeit des rationalisierten Betriebs.

Bei der Ausbildung der Stellwerksanlagen auf dem Ablaufberg — bisher sind nur diese umgestaltet worden — waren zwei Aufgaben zu erfüllen:

- Der Ersatz des mechanischen Stellwerks 20, das die Fahrstraßen für die Schleppfahrten und für die zurückfahrenden Schleppmaschinen zu sichern hatte.
- Der Ersatz der kleinen mechanischen Ablaufstellwerke, an die die Verteilungsweichen angeschlossen waren.

Aus der Betriebsweise des Ablaufberges ergab sich noch als besondere Forderung die der unmittelbaren Vereinigung aller mit der Regelung der Schleppfahrten sowie mit der Bedienung der Seilablaufanlage und der Hauptverteilungsweichen betrauten Mannschaften in einem Raum und damit zwangsläufig die Errichtung einer Reiterstellerei unterhalb des Ablaufpunktes. Den Grundriß des Stellwerkraums, die Anordnung des Fahrstraßen- und Signalstellwerks für die Schleppfahrten und zurückfahrenden Schlepplokomotiven, die Lage des Schaltpultes für die selbsttätige Weichenstellanlage und die zu ihm gehörenden Hilfsstellwerke sowie die Unterbringung einer großen Zahl anderer im umgestellten Betrieb erforderlicher Apparate läßt Abb. 6, Taf. 6 erkennen.

- Das Fahrstraßen- und Signalstellwerk.

Das Stellwerk für die Schleppfahrten entspricht der neuesten Regelbauart der Vereinigten Eisenbahn-Signalwerke für elektrische Kraftstellwerke (Bauform Siemens & Halske). Es sichert die Fahrstraßen für die Schleppfahrten vom nördlichen Schleppgleis und vom südlichen Randgleis in die Ablaufgleise und die Fahrstraßen für die Rückfahrt der Schlepplokomotiven über das Lokomotivrückfahrgleis am Nordrand des Ablaufberges in die Einfahrgleise sowie über das südliche Randgleis nach der Umladehalle und dem Ausbesserungswerk. Die Anordnung der Signale ergibt sich aus dem Lageplan. Einfahrsignale für den von den Ablaufgleisen gebildeten Bereich sind die Signale Ö 1/4 und Ü 5. In 300 m Entfernung

vor dem Einfahrsignal Ö 1/4 ist als eine Art Blocksignal das Signal Ö eingeschaltet, das gestattet, Schleppfahrten aus den Einfahrgleisen nach dem Ablaufberg schon anzunehmen, wenn eine vorangefahrene Schleppfahrt über die Zugschlußstelle dieses Signals hinausgelangt ist oder wenn von einer vorangegangenen Schleppfahrt Wagen in das Abstellgleis 10 ablaufen müssen.

Als Ausfahrtsignale für Fahrten von den Übergabegleisen des Ausbesserungswerkes (82) und der Umladehalle (58) sind die Signale Ü 1 und Ü 2 in das Stellwerk einbezogen.

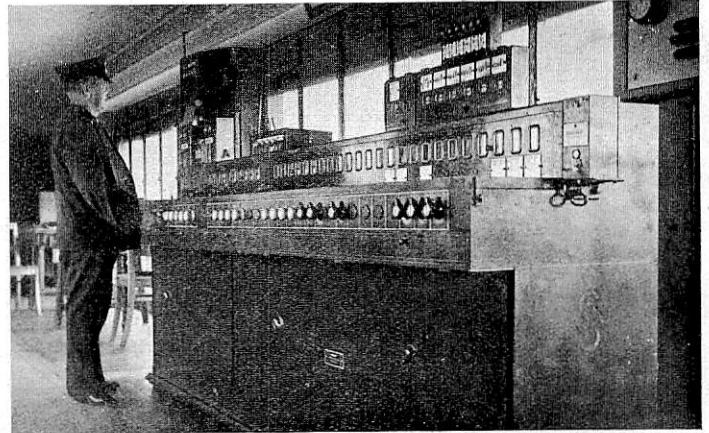


Abb. 5. Weichen- und Signalstellwerk für die Schleppfahrten.

Die Ansicht des Weichen- und Signalstellwerks zeigt Abb. 5. Die Schalterreihe enthält nur Weichenschalter und Fahrstraßensignalschalter. Zustimmungen werden, da beim Einstellen der Fahrten andere Stellen nicht mitwirken, weder empfangen noch gegeben. Die Bedienungsweise der Schalter ist die übliche. Eine Mitwirkung der Züge bei der Auflösung der Fahrstraßen findet nicht statt, da die Anordnung von isolierten Schienenstrecken hierzu die an und für sich geringe Nutzlänge der Ablaufgleise noch mehr verringert hätte. Die Fahrstraßenauflösung geschieht in der einfachsten und raschesten Weise durch Zurücklegen des Fahrstraßenschalters in die Ruhelage, was möglich ist, sobald der Signalantrieb in die Ruhelage zurückgelaufen ist. Dieses Verfahren konnte unbedenklich angewendet werden, da sich die Fahrten dicht unter dem Standort des Wärters vollziehen und von diesem daher die Räumung des Weichenbereichs mühelos festgestellt werden kann.

Auf das Stellwerk sind aufgebaut und hier in der Reihenfolge von links nach rechts angeführt: die Drucktasten für das Nummerlichtsignal, das den Schlepplokomotivführern am Beginn der Schleppstrecke anzeigt, in welches Ablaufgleis die Fahrt geleitet wird, die Signalmelder und darüber die Hilfstasten für die Fahrstraßenauflösung, die zu betätigen sind, wenn ein Signalantrieb nicht in die Ruhelage zurückgelaufen ist, und schließlich ganz rechts die mit Handgriff versehene Befehlstaste für die Annahme der Schleppfahrten, deren Zweck weiter unten erläutert wird. Blockwerke sind nicht vorhanden.

- Die Ablaufstellwerke.

Die bisherigen mechanischen Ablaufstellwerke werden durch eine selbsttätig arbeitende Anlage ersetzt. (Näheres hierüber siehe den besonderen Aufsatz in diesem Heft „Die selbsttätige Weichenstellanlage im Ablaufbetrieb“.)

2. Fernmeldeanlagen.

Bei der Rationalisierung des Betriebs mußte für eine beträchtliche Zahl von Wärterposten und sonstigen Betriebsbeamten die Möglichkeit geschaffen werden, rasch mündliche

Nachrichten zu geben und zu empfangen. Hierbei war zu berücksichtigen, daß ein großer Teil dieser zusammenarbeitenden Mannschaften seinen Arbeitsbereich im Freien hat und hierbei gewöhnliche Fernsprecher nicht bedienen kann. Zeit- und Personalersparnis waren auch hier die Richtlinien für das neu zu Schaffende, von dem die nachstehend angeführten Anlagen beschrieben seien.

Lautsprech-Linienanlage. Sie gleicht in ihrem Grundgedanken den Linienanlagen mit normaler Übertragung der Sprache, ist aber in ihren Einzelapparaten den hohen Anforderungen entsprechend ausgebildet, die zur Erzielung starker Klangwirkung im Freien und der Unempfindlichkeit gegen Witterungseinflüsse zu stellen waren. Abb. 1, Taf. 6 zeigt das allgemeine Schaltbild, Abb. 2, Taf. 6 die Verteilung der Apparate auf die einzelnen Linien. Die Anlage dient im wesentlichen der Verständigung zwischen der Reiterstellerei und dem Ablaufpunkt einerseits und den jedesmal in einer Person vereinigten Hemmschuhlegern und Wärtern der Unterstellwerke andererseits. Sie gibt z. B. folgenden Auftrag von der Reiterstellerei nach einem Unterstellwerk weiter: „Achtung Stellerei B! Ablaufgruppe Nr. 10 nach Gleis 33, nicht nach Gleis 23!“

An Einzelapparaten innerhalb dieser Linienanlagen sind zu unterscheiden:

a) Die sogenannten Abfragestationen, mit deren Hilfe die Einschaltung des Sprechers in jede der Linien möglich ist. Abfragestationen befinden sich am Ablaufpunkt und stehen dort der Ablaufmannschaft für Meldungen nach der Reiterstellerei und den Unterstellwerken zur Verfügung. Eine andere Station dieser Art ist in der Reiterstellerei untergebracht. Die Abfrageschranke am Ablaufpunkt besitzen nur ein gewöhnliches Telefon, während die Station in der Reiterstellerei außerdem mit einem kleinen Lautsprecher ausgerüstet ist.

b) Die Apparate in den Linien, die als wasserdichte Lautsprecherstationen ausgebildet sind. Sie vereinigen in sich ein Mikrophon und ein Telefon und sind in einigen Fällen noch durch einen Lautsprecher mit großem Trichter ergänzt. Die Abb. 6 und 7 zeigen die äußere Form dieser Stationen.

Wesentliche Einzelheiten der Anlage sind noch ein Drehstrom-Gleichstromumformer zum Laden der Anoden-Batterie für 300 Volt, eine Heizbatterie für 4 Volt, die zugleich den Mikrophonstrom liefert, und die Verstärkeranlage. Die Mikrophone unterscheiden sich nicht von gewöhnlichen Mikrophenen, sind aber bei der Verwendung im Freien mit wasserdichtem Gehäuse versehen. Die Telephone und die Lautsprecher arbeiten nach dem elektromagnetischen Prinzip wie gewöhnliche Telephone, nur wird der Ton nach den üblichen Grundsätzen verstärkt.

Lautsprech-Kommandoanlage. Sie dient der Übermittlung von Ankündigungen, Befehlen usw. des Fahrdienstleiters oder des Ablaufmeisters in der Reiterstellerei an die im Bereiche der Ablaufgleise arbeitenden Leute, vor allem also an die Ablaufmannschaft, aber auch an das Unterhaltungspersonal, das dort dann und wann tätig ist. Die Mikrophone, von denen aus die Anlage besprochen wird, hängen über den Schaltpulten für die Seilablaufanlage in der Reiterstellerei. Der eine Lautsprecher ist an der Westseite der Reiterstellerei angebracht, der andere etwa 300 m davon auf dem Ablaufberg. Antworten, die unter Umständen von der angerufenen Mannschaft zu geben sind, werden entweder durch Verstandenzeichen (Armbewegung) oder auf der Linienlautsprechanlage gegeben. Als Beispiel für die mit der Anlage zu übertragenden Ankündigungen oder Befehle sei angeführt: „Achtung! Nach dem Ablauf fährt Schlepplokomotive nach Gleis 82.“ Die Grundschialtung der Anlage zeigt Abb. 4, Taf. 6. Die Laut-

sprecher arbeiten nach dem dynamischen Prinzip, das durch die Abb. 3, Taf. 7 erläutert sei und wie folgt gekennzeichnet ist: In einem kräftigen Magnetfeld liegt ein Metalldraht, der von den verstärkten Mikrophonströmen — also Wechselströmen — durchflossen wird. Je nach der Richtung des



Abb. 6. Linienlautsprecher, Abfragestation am Ablaufpunkt.

Stromes im Draht wird dieser in das starke Magnetfeld hineingezogen oder von ihm abgestoßen. Diese Bewegungen senkrecht zum Kraftlinienfeld werden ausgenutzt, um eine aus einer Aluminiumfolie gebildete Platte in Schwingungen zu versetzen, die der Luft mitgeteilt und als laute Sprechöne vernommen werden.

Der Erregerstrom für die Feldmagnete der Lautsprecher wird aus der Arbeitsbatterie der Kraftstellwerke entnommen und besitzt eine Spannung von 144 Volt. Der Anodenstrom von 300 Volt wird auch hier von einem Drehstrom-Gleichstromumformer geliefert. Die Mikrophone werden aus einer Batterie für 4 Volt gespeist, die zugleich Heizbatterie für die Verstärkerrohre ist. Sämtliche Stromquellen werden jedesmal erst dann eingeschaltet, wenn die Lautsprechanlage benutzt werden soll.

Betriebsschautafel. Der Zweck, die betrieblichen Grundlagen und die Hauptbestandteile dieser Anlage sind im Aufsatz „Betriebswissenschaftliche Untersuchungen“ erläutert. Die Grundschialtung des Teiles der Anlage, der zur Anzeige der Betriebslage auf dem Ablaufberg dient, gibt Abb. 1, Taf. 7. Je ein Schienenstrang der vier Ablaufgleise ist gegen Erde isoliert und in drei voneinander elektrisch getrennte Abschnitte unterteilt. Beim Befahren eines dieser Abschnitte wird der isolierte Strang durch die Wagenachsen zur Erde kurz geschlossen. Hierdurch wird ein Magnetschalter stromlos,

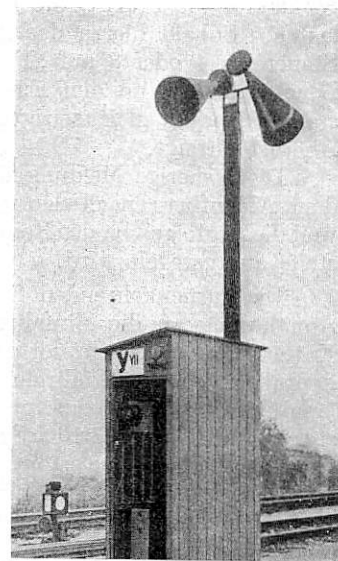


Abb. 7. Linienlautsprecher mit Schalltrichtern.

und es wird auf den Schautafeln, die an den Empfangsstellen der Anlage angebracht sind, ein dem besetzten Gleisabschnitt entsprechender Lichtstreifen zum Aufleuchten gebracht. Umgekehrt verlischt dieser Lichtstreifen wieder, wenn die letzte Achse eines Zugteiles beim Ablauf die isolierte Strecke verläßt. Diese Schautafeln geben dem Fahrdienstleiter und dem Rangiermeister der Stellerei 4 sowie dem Wärter der Stellerei 8 jederzeit ein genaues Bild von der jeweiligen Betriebslage auf dem Ablaufberge. Außerdem ist eine gleiche Tafel in der Reiterstellerei angebracht, wo sie dem Stellwerkswärter zur Feststellung der Gleisfreiheit bei kurzen Zügen und unsichtigem Wetter dient.

Da eine derartige Anlage an beliebiger Stelle des Bahnhofs, vor allem aber auch bei der Bahnhofsleitung wiederholt werden kann, bietet sie ein ausgezeichnetes Mittel, die Betriebsführung im Schleppdienst und im Ablauf jederzeit unauffällig überwachen zu können.

Der andere Teil der Anlage zur Betriebsschautafel, der die bisherige Zugmeldung für die Schleppfahrten und die rückkehrenden Schlepplokomotiven ersetzt, ist in Abb. 3, Taf. 6 dargestellt. Er trat an Stelle des früher üblichen telegraphischen, später fernmündlichen Meldeverfahrens. Der gebende Posten (die Reiterstellerei) ist mit einer Befehlstaste und einem Signalmelder, die Empfangsstellen (Fahrdienstleiter und Rangiermeister der Stellerei 4 sowie die Stellerei 8) sind mit Signalen in Form von Leuchtschriften und mit Weckern und Hupen ausgerüstet. Die Leuchtschriften befinden sich auf den im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Schautafeln. Der Fahrdienstleiter hat eine neue Schleppfahrt anzunehmen und hierzu die Befehlstaste zu bedienen, wenn ein Ablaufgleis frei ist oder wenn nach seiner Überzeugung ein solches bis zur Ankunft eines neuen Schleppzuges von einem ablaufenden Zug geräumt ist. Mit dem Drücken der Befehlstaste leuchten bei den Empfangsstellen Leuchtschriften „Schleppfahrt soll kommen“ auf und es sprechen Wecker an, die auf das Aufleuchten der Schrift aufmerksam machen. Die Wecker werden mit Hilfe eines Druckknopfes abgestellt. Nach dem Eintreffen des Signals „Schleppfahrt soll kommen“ hat der Fahrdienstleiter der Stellerei 4 die Pflicht, die nächste Schleppfahrt sofort abzulassen. Sobald hierzu das Ausfahrtsignal T oder S von den Stellereien 4 oder 8 auf „Frei“ gestellt wird, verlöschen die Leuchtschriften an den Empfangsstellen und in der Reiterstellerei spricht gleichzeitig ein Signalmelder an, der die Abfahrt anzeigt.

Die bisherige Meldung über das Eintreffen der Züge auf dem Ablaufberge nach den Stellereien 4 und 8 ist entfallen, weil die Zugfolge von der Reiterstellerei, also von der Ankunftsstelle aus geregelt wird.

Die zurückkehrenden Schlepplokomotiven kündigen ihre Annäherung an die Einfahrgruppe selbsttätig an. In einer Entfernung von 550 m vor dem Signal P 1/2 ist ein Schienenkontakt in das Rückfahr Gleis (100) eingebaut. Sobald dieser befahren wird, erscheint auf den Schautafeln der Empfangsstellen die Leuchtschrift „Schlepplokomotive kommt“, wobei gleichzeitig eine Hupe ertönt. Mit dem Ziehen des Signals P 1/2 verlöschen die Leuchtschriften; die Hupen werden durch Tastendruck abgeschaltet.

3. Stromlieferungs-, Relais- und Schaltanlagen.

Zur Versorgung der Stellwerke und Fernmeldeanlagen des Ablaufberges mit elektrischem Strom war eine beträchtliche Zahl von Akkumulatorenbatterien und maschinellen Stromerzeugern aufzustellen. Diese Anlagen haben im wesentlichen im obersten Stockwerk des Dienstgebäudes Platz gefunden, das auf der Südseite des Ablaufberges in unmittelbarer Nachbarschaft der Reiterstellerei errichtet worden ist. Nur die

Stromlieferungsanlage für die Lautsprech-Kommandoanlage ist, um an Leitungen und an Leitungsquerschnitt zu sparen, in der Reiterstellerei untergebracht. Den Umfang und die Einzelheiten dieser Anlagen zeigen die nachstehende Übersicht Seite 35 und die Grundrißzeichnung in Abb. 2, Taf. 7, einige äußere Ansichten die Abb. 8, 9 und 10.



Abb. 8. Lademaschinen.

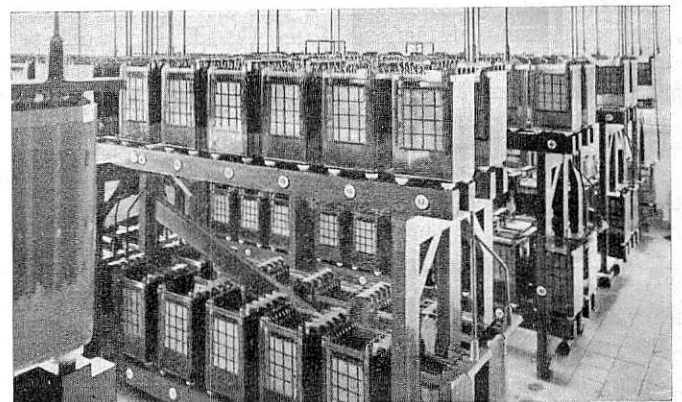


Abb. 9. Stellwerksbatterien.

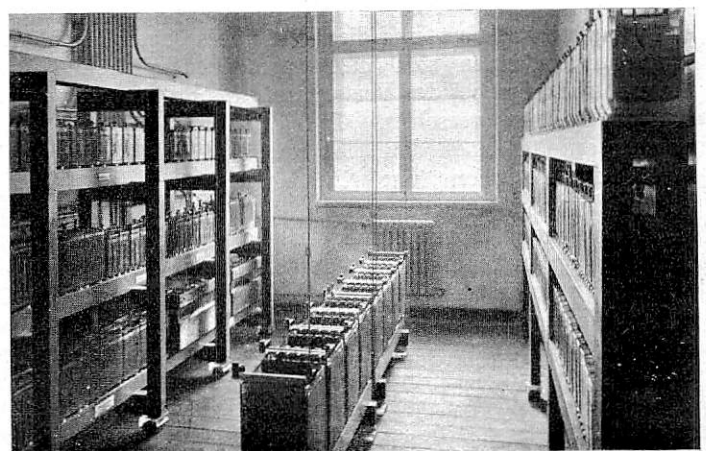


Abb. 10. Kleinbatterien.

Die Relais für die selbsttätige Weichenstellanlage sind in besonderen Schutzschränken im gleichen Stockwerk des Dienstgebäudes wie die Stromlieferungsanlagen angeordnet (Abb. 11). Die Bedienung und Wartung der vorgenannten Einrichtungen wird durch ihre enge Zusammenfassung in einem Gebäude wesentlich erleichtert.

Stromlieferungs-, Relais- und Schaltanlagen.

| Lfd. Nr. | Verwendungszweck des Stromes | Art und Zahl der Stromlieferungsanlagen | Bezeichnung im Grundrißplan Abb. 16 | Klemmenspannung Volt | Ah oder kW im Mittel |
|----------|--|---|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| 1 | Arbeits- und Überwachungsstrom der Kraftstellwerke | 3 Akkumulatorenbatterien | 1 | 144/36 | 144 Ah |
| 2 | Selbsttätige Ablaufanlage (Isolierstrecken) | 2 Akkumulatorenbatterien | 2 | 8 | 155 „ |
| 3 | Lautsprechlinien- und Kommandoanlage (Anodenbatterien) | 1 Akkumulatorenbatterie | 3 | 300 | 27 „ |
| 4 | Lautsprechlinienanlage (Mikrophon- und Heizbatterie) | 4 Akkumulatorenbatterien | 4 | 4 | 45 „ |
| 5 | Lautsprechlinienanlage (Ruf- und Relaisbatterie) | 2 Akkumulatorenbatterien | 5 | 12 | 60 „ |
| 6 | Uhrenanlage | 2 Akkumulatorenbatterien | 6 | 24 | 45 „ |
| 7 | Für sonstige Anlagen: Schwerkraftweiche, Sirenen, Achsenzähler usw. | 2 Akkumulatorenbatterien | 7 | 16 | 45 „ |
| 8 | Lautsprechkommandoanlage (Heizbatterie) | 2 Akkumulatorenbatterien | — ¹⁾ | 4 | 148 „ |
| 9 | Laden der Batterien unter 1 | 1 Umformer | 9 | 3×380 Dr. 200 Gl. | 11 kW 5,8 „ |
| 10 | Desgl. unter 2 | 2 Umformer | 10 | 3×380 Dr. 11 Gl. | 0,85 „ 0,11 „ |
| 11 | Desgl. unter 3 | 1 Umformer | 11 | 3×380 Dr. 400 Gl. | 0,75 „ 0,5 „ |
| 12 | Desgl. unter 8 | 1 Umformer | — ¹⁾ | 3×380 Dr. 10 Gl. 400 „ | 0,5 „ 0,1 „ 0,1 „ |
| 13 | Desgl. unter 4 bis 7 | 1 Röhrengleichrichter | 13 | 220 W. 35 Gl. | 0,5 „ |

¹⁾ Diese Stromlieferungsanlagen sind in der Reiterstellerei untergebracht.

Der Strom zum Antrieb der Umformer und zur Speisung des Gleichrichters wird vom Bahnkraftwerk Dresden-Friedrichstadt geliefert, das auf der Nordseite des Ablaufberges liegt und gleichzeitig mit dem Bahnhof Dresden-Friedrichstadt 1893 in Betrieb gekommen ist. Es beliefert nicht nur den Bahnhof Dresden-Friedrichstadt, sondern auch die gesamten übrigen Bahnanlagen in Dresden mit Licht- und Kraftstrom und ist eins der ersten Drehstromwerke Deutschlands. Es wurde von

Siemens & Halske unter Leitung der damaligen Generaldirektion der Sächsischen Staatseisenbahnen erbaut. Die Wahl des Drehstroms als Stromart, die bis dahin nur wenig angewendet worden war, ist ein Zeugnis für den Wagemut der damals für die Zuverlässigkeit der Strombelieferung verantwortlichen Beamten.

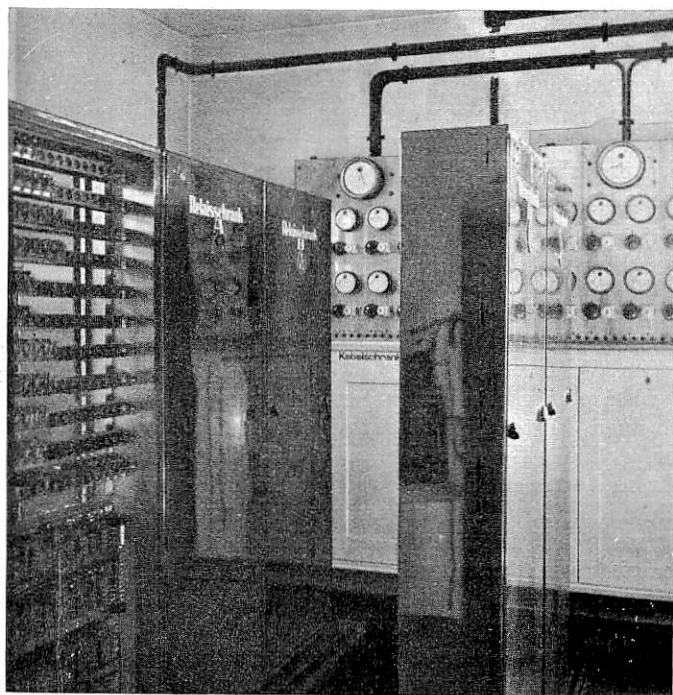


Abb. 11. Relais der selbsttätigen Weichenstellanlage.

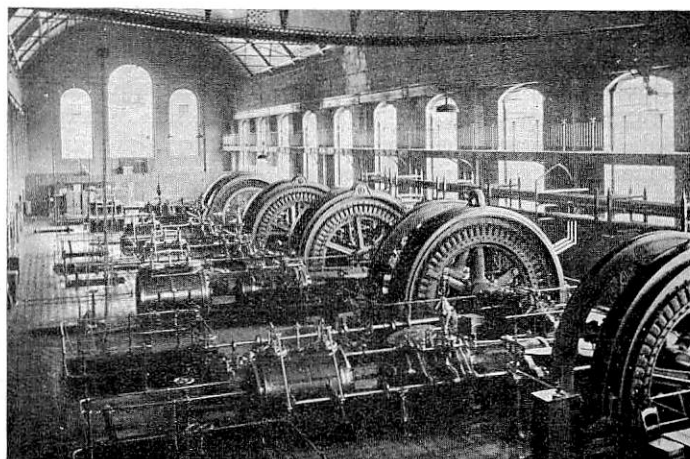


Abb. 12. Maschinenhaus des Bahnkraftwerkes.

Einen Blick in das Maschinenhaus zeigt Abb. 12. Einige der auf dem Bilde dargestellten Maschinen werden demnächst wegen Überalterung durch einen neuzeitlichen Turbogenerator ersetzt werden. Im übrigen ist bei Störungen die Versorgung der Bahnanlagen mit elektrischer Arbeit durch einen Anschluß des Bahnkraftwerkes an das Starkstromnetz der Stadt Dresden gewährleistet.

Der Ablauf mit Rangierzettel.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Frohne, Dresden.

Hierzu Tafel 8.

Vor Einführung des Rangierzettelverfahrens wurde in Dresden-Friedrichstadt im Gegensatz zu anderen Verschiebebahnhöfen der sog. Gruppenablauf angewendet, bei dem auf dem Ablaufberge die Züge nur nach sechs Hauptrichtungen zerlegt wurden. Die hierdurch entstehenden verhältnismäßig großen Ablaufgruppen, die in der Regel mit Bremsern besetzt abliefen, wurden vor der ersten Verteilungsweiche ihrer Richtungsgleisgruppe angehalten und hier auf die einzelnen Richtungsgleise ihrer Bestimmung gemäß verteilt. Dieses Verfahren kostete natürlich mehr Leute als die sofortige endgültige Zerlegung auf dem Ablaufberge, denn die Zahl der zu begleitenden Gruppen war verhältnismäßig groß und außerdem erforderte das Anhalten, Zerlegen und z. T. das Wiederingangbringen der einzelnen Wagen an den sog. Unterverteilungsstellen selbstverständlich Arbeitskräfte; es hatte aber den großen Vorzug, daß die vor Einführung der Rangierzettel schwierige Signalisierung der ablaufenden Wagen an die einzelnen Verteilungsstellereien auf einfachste Weise gelöst war, daß die Geschwindigkeiten der ablaufenden Wagen nie sehr hoch wurden und daß Laufunterschiede zwischen Gut- und Schlechtläufern trotz der geringen Neigung der Ablauframpe von nur 1:100 kaum auftraten. Vor allen Dingen waren aber die Leistungen des Ablaufberges hoch, weil die durchschnittliche Gruppenstärke, die bekanntlich die Leistungsfähigkeit eines Ablaufberges in entscheidender Weise beeinflußt, groß war und weil die Feinzerlegung an den Unterverteilungsstellen auch noch während der Auffahrt von solchen Schleppzügen, die den Ablauf unterbrechen, weitergehen konnte.

Die ersten Versuche, unter Beibehaltung dieser Betriebsweise den Rangierzettel einzuführen, fielen ungünstig aus; denn den bekannten Vorteilen des Rangierzettels stand ein Mehrverbrauch an Arbeitskräften gegenüber, der aus den im folgenden näher erörterten Gründen ziemlich erheblich war. Es wurde bald erkannt, daß vom wirtschaftlichen Standpunkte aus die Einführung des Rangierzettelverfahrens nur in Frage kommen konnte, wenn es durch gleichzeitige Einführung des Einzelablaufes — also sofortige Feinverteilung auf dem Ablaufberge — gelang, an den Unterverteilungsstellen Personalsparnisse zu erzielen. Die Durchführung des Einzelablaufes bereitete zunächst sehr große Schwierigkeiten, da die Ablaufleistungen um etwa 15% sanken (Verminderung der Zuführungsgeschwindigkeit wegen der sehr weitgehenden Zerlegung und ungünstige Auswirkung der Schlechtläufer wegen der flachen Ablauframpe 1:100). Diese Leistungsverminderung konnte jedoch nach und nach durch bauliche Maßnahmen, die an anderer Stelle dieses Heftes dargelegt sind, wieder ausgeglichen werden.

Die Zettel wurden zunächst auf dem Ablaufberge angefertigt. Es zeigte sich aber bald, daß die hier zum Aufschreiben, Vervielfältigen und Verteilen zur Verfügung stehende Zeit — die im Durchschnitt etwa 20 bis 25 Minuten für einen Zug betrug, in sehr vielen Fällen aber noch weit geringer war — bei dem hohen Zerlegungsgrade nicht ausreichend war, um einen lückenlosen Ablaufbetrieb zu erzielen. Hierzu kam, daß sich die Verteilung der Rangierzettel schwierig gestaltete, weil große Wege zurückzulegen waren. Da der Ablauf nicht beginnen konnte, ehe der Rangierzettel bei allen Verteilungsstellereien angekommen war, traten häufig Zeitverluste und Unterbrechungen im Ablauf ein, die bei starkem Verkehr nahezu untragbar wurden. Im Gegensatz zu anderen Bahnhöfen kam noch hinzu, daß durch die große Zahl der Richtungsgleise und die noch viel größere Zahl der Verkehrsbeziehungen, sowie durch die zu kurzen Richtungsgleise und die dadurch erforderliche Doppelbenutzung zahlreicher Gleise u. a. m. hohe An-

forderungen an die Rangierzettelschreiber gestellt wurden, und daß es bis zur Auswahl und Ausbildung geeigneter Kräfte nicht ausbleiben konnte, daß sich die Zahl der Fehlläufer ungewöhnlich stark vermehrte. Auf der anderen Seite wurde aber bald klar, daß das Rangierzettelverfahren auch sehr große Vorteile brachte, und es wurden deshalb durch Arbeits- und Zeitstudien Mittel und Wege gesucht, die bei den ersten Versuchen unzweifelhaft zutage getretenen Nachteile zu beseitigen.

a) Anfertigung der Rangierzettel.

Die vorstehend geschilderten Schwierigkeiten führten bald dazu, die Anfertigung der Rangierzettel nach der Einfahrgruppe zu verlegen, weil dort die Züge zur Durchführung der verkehrlichen und betrieblichen Einganguntersuchung verhältnismäßig lange Zeit standen. Aber auch hier zeigten sich wieder Nachteile: die Zahl der Rangierzettelschreiber mußte erhöht werden. Grundsätzlich ist auf einem Verschiebebahnhof die Zahl der erforderlichen Rangierzettelschreiber abhängig von der Zahl und durchschnittlichen Stärke der Züge, von der durchschnittlichen Gruppenstärke, von der Zahl der Einfahr- und Richtungsgleise, von der Bündelung und der Art des Verkehrs (überwiegend Leer- oder Lastverkehr), von der Zahl der Vorsichtswagen, der Zahl der Fremdwagen usw. Die große Zahl der Einfahrzüge in Dresden-Friedrichstadt und der hohe Zerlegungsgrad, sowie die viel größeren Wege in der 16 Gleise starken Einfahrgruppe im Gegensatz zu der nur vier Gleise starken Ablaufgruppe machten es erforderlich, statt zwei nunmehr drei besondere Rangierzettelschreiber in jeder Schicht einzusetzen. Trotzdem traten zunächst noch Schwierigkeiten auf, die hauptsächlich auf die Umbildung der Einfahrzüge zu Schleppzügen, auf das Absetzen und Auswechseln dringender Wagen und auf die Verfügungen der Wagenunterverteilungsstelle zurückzuführen waren. Um diese Schwierigkeiten zu beseitigen, wurde das Aufschreiben der Zettel mit dem Schleppzugdienste vereinigt. Bis dahin gehörte in der Schicht zu jeder der beiden Schlepplokomotiven ein ständiger Bremser und zu beiden zusammen drei Schleppzugführer. Die letztgenannten wurden aus der Zettelschreiberkolonne um ein Mann vermehrt, und sämtliche Schleppzugführer wurden ebenfalls als Zettelschreiber ausgebildet. Auf diese Weise erhielt nunmehr jede Schlepplokomotive einen ständigen Begleiter und zwei sich abwechselnde Schleppzugführer, die zugleich Rangierzettelschreiber waren, und zwar fuhr jeder Schleppzugführer den Zug nach dem Ablaufberge, den er aufgeschrieben hatte. Dieses Verfahren, das noch heute angewendet wird, hat folgende Vorzüge: Es sind nicht ständig die gleichen Leute mit der anstrengenden und verantwortlichen Tätigkeit der Zettelanfertigung beschäftigt. Es tritt ein wesentlicher Zeitgewinn ein, da die an sich notwendige Durchsicht der Schleppzüge mit zur Zettelanfertigung ausgenutzt werden kann. Die Zettelschreiber haben eine regelmäßige Fühlungnahme mit der Ablaufmannschaft, die es ihnen ermöglicht, sich über besondere Vorkommnisse (Anfüllung oder Sperrung einzelner Gleise u. dergl. mehr) zu unterrichten oder der Ablaufmannschaft besondere Mitteilungen über den angekommenen Schleppzug zu machen, Unklarheiten über Bestimmungsstation oder Leitungsweg zu beseitigen u. dergl. mehr. Außerdem konnte durch diese Regelung der Mehrbedarf an Leuten durch das Rangierzettelverfahren auf ein Mann in der Schicht herabgesetzt werden.

b) Verteilung der Rangierzettel.

Der ununterbrochene Abfluß der Wagen vom Ablaufberge in die Richtungsgleise, der an anderer Stelle dieses Heftes als Ziel aller Rationalisierungsbestrebungen für Dresden-Friedrich-

stadt angegeben ist, macht die Verteilung der Rangierzettel zu einer wesentlich schwierigeren Aufgabe als auf den Bahnhöfen, wo zwischen dem Ablauf zweier Züge genügend lange Zwischenzeiten und damit auch Leute zur Verteilung der Zettel zur Verfügung stehen. Da aus wirtschaftlichen Gründen keine besonderen Zettelverteiler eingestellt werden sollten, wurde folgende Lösung gewählt: Entlang der Schleppstrecke (vergl. Lageplan auf Taf. 1 am Schlusse des Heftes) sind zwei besondere Kästen — eine Art Briefkästen — aufgestellt, in die die vorher fertiggestellten und in Päckchen verteilten Zettel während der Schleppfahrt von dem als Schlußbremser fahrenden Schleppzugführer abgeworfen werden. Auf diese Weise gelangt ein Teil der Zettel fast unmittelbar in die Hände der Empfänger; für die Verteilung der anderen Zettel kommen verhältnismäßig kurze Wege in Frage, so daß es möglich ist, hierzu Hemmschuhleger heranzuziehen, die beim Ablauf gerade nicht beschäftigt sind. Die Zettel für den Ablaufmeister, die Ablaufmannschaft und für die Hauptablaufstellerei werden vom Schleppzugführer nach der Ankunft des Zuges verteilt. Zur Beförderung der Zettel auf die Reiterstellerei (Hauptablaufstellwerk und Ablaufmeister) wurde nachträglich eine kleine Rohrpostanlage

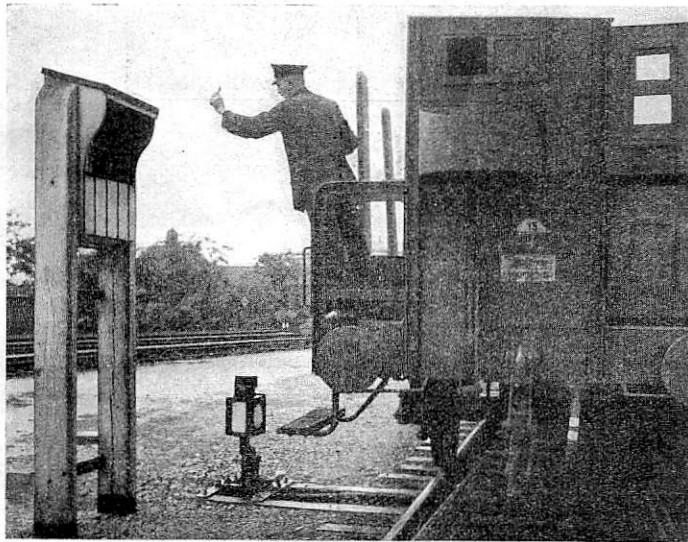


Abb. 1. Abwerfen der Rangierzettel.

die Wirtschaftlichkeit des ganzen Verfahrens ernsthaft in Frage gestellt war. Bei Versuchen, nur den Leuten der ersten Hemmschuhlegerlinie Zettel zu geben, wurde festgestellt, daß der Rangierzettel infolge der besonderen örtlichen Verhältnisse kaum benutzt wurde. Die verschiedenartigen Nebenarbeiten der Hemmschuhleger, insbesondere das sog. Nachlassen der Wagen an das Ende der Richtungsgleise, und der ununterbrochene Zufluß der Wagen vom Ablaufberge her ließen die Hemmschuhleger bald den Überblick verlieren. Die Zahl der Unfälle wurde nicht geringer, sondern eher größer, weil sich die Leute unter Berufung auf den Rangierzettel zur Ausführung von Nebenarbeiten von ihrem Posten entfernten und infolgedessen bei Fehlläufern niemand zur Stelle war. Hierzu kam, daß das auf anderen Bahnhöfen eingeführte Bearbeiten der Rangierzettel durch den Rangiermeister (Herausziehen von unbeschäftigten Hemmschuhlegern zum Begleiten von Gruppen) nicht durchgeführt werden konnte, da die Zettel, wie oben an-

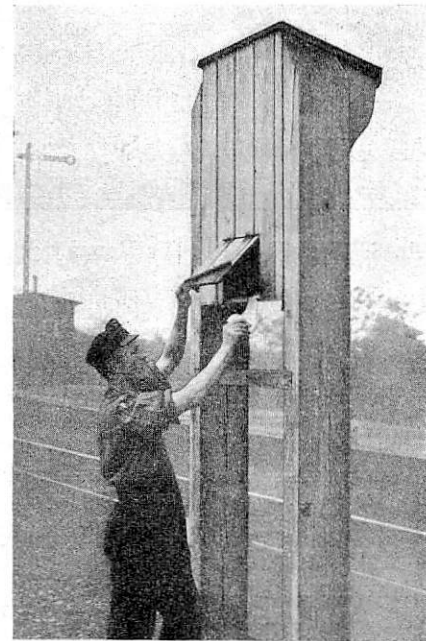


Abb. 2. Entnahme der Rangierzettel zur Verteilung.

eingebaut, da es sich herausgestellt hatte, daß der Umlauf der Schleppmaschinen verzögert wurde, wenn die Zettel vom Schleppzugführer in den im zweiten Stockwerk befindlichen Stellwerksraum gebracht werden mußten. Die Rohrpostanlage*) hat sich ausgezeichnet bewährt (Gesamtkosten einschließlich Einbau rund 2500 *RM*); sie hat gegenüber anderen Einrichtungen — wie kleine Aufzugvorrichtung oder ähnliche — erhebliche Vorzüge.

c) Rangierzettellempfänger und Form der Rangierzettel.

Ursprünglich sollten alle an dem Rangiergeschäft beteiligten Bediensteten einen Rangierzettel erhalten. Dies hätte für Dresden-Friedrichstadt die Anfertigung von 40 Zetteln bedingt. Da im Durchschreibeverfahren mit Blaupapier praktisch nur fünf bis sechs Durchschriften hergestellt werden können, wäre der Rangierzettel sieben- bis achtmal zu schreiben gewesen. Es ist unter Berücksichtigung der oben angegebenen Gründe ohne weiteres klar, daß der hierzu erforderliche Zeitaufwand so hoch gewesen wäre, daß ein Mann Vermehrung in jeder Schicht nicht ausgereicht hätte. Außerdem wäre die Verteilung der Zettel an sämtliche Hemmschuhleger der ersten und zweiten Linie ohne einen besonderen Zettelverteiler nicht möglich gewesen, so daß

gegeben, bereits während der Auffahrt verteilt werden mußten, um Zeit zu gewinnen und besondere Verteiler zu sparen. Aus diesen Gründen konnte davon abgesehen werden, den Hemmschuhlegern Rangierzettel zuzuweisen. Die Bearbeitung der Rangierzettel wurde den beiden Aufsichtsposten (Rangiermeister) in den Richtungsgleisen, den sog. „Harfenmeistern“ übertragen, die aus den Zetteln die notwendigen Schlüsse (Abordnung unbeschäftigter Hemmschuhleger zum Nachlassen, zum Begleiten von Gruppen, zur Unterstützung stark beschäftigter Posten u. dergl. mehr) zu ziehen und ihre Anweisungen durch Zuruf an die ihnen unterstellten Hemmschuhleger weiterzugeben hatten. Es waren infolgedessen noch 20 Zettel anzufertigen. Diese Zahl erforderte bei fünf Durchschriften ein viermaliges Abschreiben, was immer noch eine zu hohe zeitliche Beanspruchung der Zettelschreiber darstellte. Es entstanden Verspätungen im Schleppbetrieb, die unbedingt beseitigt werden mußten, wenn nicht die Leistungsfähigkeit des gesamten Bahnhofs, die von der Flüssigkeit des Schleppbetriebs entscheidend beeinflußt wird, leiden sollte. Die Arbeit für den Zettelschreiber konnte nun dadurch herabgesetzt werden, daß der Rangierzettel nur zweimal mit sämtlichen Angaben geschrieben wurde, und daß beim drittenmal Schreiben eine Verteilung auf die beiden Hauptrichtungsgleisgruppen erfolgte. Volle Zettel erhielten also nur die Posten, für die die

*) Hersteller: Mix u. Genest, Berlin.

Kenntnis der Zahl und Art sämtlicher Wagengruppen von Bedeutung ist. Alle übrigen Stellereien und Gleisbremsen erhielten nur Teilzettel, die ihnen die Kenntnis der ihren Bereich zurrollenden Wagengruppen übersichtlich vermittelte. Außerdem wurde noch ein sog. Verteilungszettel ausgefüllt, aus dem sofort ersehen werden konnte, wie stark der Zulauf nach den einzelnen Hemmschuhlegerbezirken war. Abb. 1 der Taf. 8 zeigt das Muster eines ausgefüllten Zettels.



Abb. 3. Schreibmappe für Rangierzettel.

Mit der Einführung der Dienstvorschrift für das Rangierzettelverfahren mußte dieses Muster aufgegeben und das allgemeine Muster durchgeführt werden. Sofort traten wieder die bekannten Schwierigkeiten auf, weil die Zettelschreiber, wie auch durch Zeitaufnahmen bestätigt wurde, in der zur Verfügung stehenden Zeit nicht fertig wurden. Dies führte im August 1929 dazu, in engster Anlehnung an die Vorschrift und an den alten seit 1927 bestens bewährten Zettel ein neues Muster zu entwickeln, das in Abb. 2 der Taf. 8 dargestellt ist. Es besteht aus einem Laufzettel und drei Teilzuweisungszetteln*). Den Laufzettel erhalten nur der Ablaufmeister, die Ablaufmannschaft und die Hauptablaufstellerei, die über alle Wagen unterrichtet sein müssen, während die Hemmschuhgleisbremsen, die einzelnen Ablaufstellereien und die Harfenmeister nur einen Teilzuweisungszettel für ihren Bezirk bekommen.

Auf diese Weise wurde erreicht, daß der Rangierzettel im ganzen nur zweimal geschrieben zu werden braucht, und daß trotzdem alle 20 beteiligten Posten in übersichtlicher Form die Kenntnis der für sie wissenswerten Angaben erhalten.

Dieses nunmehr seit etwa einem Jahre angewendete Verfahren hat sich ausgezeichnet bewährt.

d) Schreibmappe.

Aus dem unter a) Dargelegten geht hervor, daß das vielerorts übliche, namentlich bei ungünstiger Witterung ange-

*) Vergl. Verkehrstechn. Woche, Heft 8 vom 19. Februar 1930, S. 89. „Fortentwicklung des Rangierzettelverfahrens“ von Reichsbahnrat Werner, Oppeln. Die hier entwickelten Gedanken waren also in Dresden-Friedrichstadt bereits verwirklicht.

wendete Verfahren, den Zug zunächst auf einen sog. „Schmierzettel“ oder in ein Notizbuch aufzuschreiben und dann im geschützten Raum den eigentlichen Rangierzettel anzufertigen und zu vervielfältigen, bei der zur Verfügung stehenden beschränkten Zeit nicht durchführbar war. Es wurde deshalb notwendig, eine zweckmäßige Schreibmappe zu schaffen, die sowohl für das Durchschreiben eine feste Unterlage brachte, als auch den Rangierzettelblock während der Schleppfahrt und



Abb. 4.

Schreibmappe für Rangierzettel mit aufgerichtetem Wetterschutz.

vor allem auch beim Aufschreiben bei ungünstiger Witterung genügend schützte. Die nach mehreren Versuchen ausgebildete Form ist aus den Abb. 3 und 4 zu ersehen. Die Mappe besteht aus Aluminiumblech. Der mit zwei Schrauben befestigte Block liegt in der eigentlichen Mappe, an deren Unterseite mittelst eines Scharniers die Einlegeplatte befestigt ist. Der Deckel der Mappe ist vollständig umklappbar; bei ungünstiger Witterung kann er mit einer einfachen Haltevorrichtung festgestellt werden. Nach beendetem Aufschreiben wird die Mappe zugeklappt und während der Schleppfahrt umgehängt getragen.

Durch die vorstehend beschriebenen Einrichtungen wurden die anfänglich aufgetretenen erheblichen Schwierigkeiten überwunden und die Einführung des Rangierzettelverfahrens in wirtschaftlicher Weise unter Aufwendung nur einer besonderen Arbeitskraft in der Schicht auch in Dresden-Friedrichstadt ermöglicht. Erforderlich ist vielleicht noch der Hinweis, daß die an anderer Stelle dieses Heftes beschriebenen Lautfernsprechanlagen hierzu wesentlich beigetragen haben und noch beitragen. Ohne diese Anlagen, die es gestatten, jeden neuen Ablauf anzukündigen, Fehler zu berichtigen und Änderungen vorzumelden, wären bei dem ununterbrochenen Abfluß und den langen Laufwegen der Wagen noch wesentlich größere Schwierigkeiten entstanden. Alles in allem muß heute gesagt werden, daß die großen Leistungssteigerungen, die Ersparnisse an Hemmschuhlegern, die Verminderung der Rangierschäden und die Ruhe beim Ablauf ohne Rangierzettel kaum zu erreichen gewesen wären.

Lichttechnische Sonderausführungen.

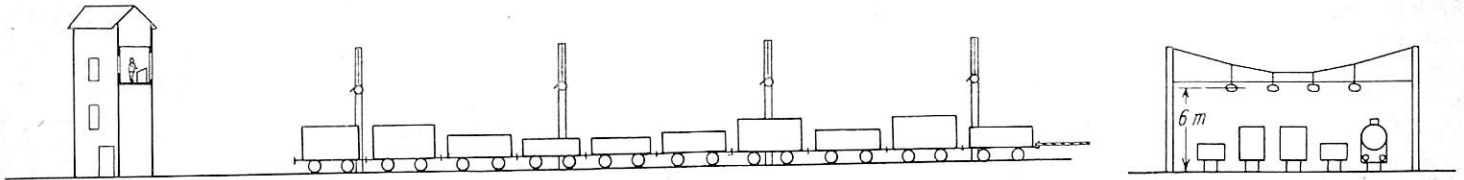
Von Reichsbahnoberrat Erwin Besser, Dresden.

Die Sonderanlagen auf dem Verschiebebahnhof Dresden-Friedrichstadt stellten auch der Lichttechnik einige neue Aufgaben. So war es im Bereich der Reiterstellerei 20 wegen der neuartigen Seilablaufanlage nötig, den unteren Teil des Ablaufbergs (Abb. 1) dort, wo die Wagen abgehängt werden, besonders gut zu beleuchten, damit der Rangiermeister, der

von der Reiterstellerei aus den gesamten Ablauf steuert, sowohl den Ablauf selbst als auch das Arbeiten der Ablaufmannschaft jederzeit einwandfrei beobachten kann. Ferner muß die Ablaufmannschaft, die sich am Zuge von der Stellerei aus gesehen rechts vom jeweils benutzten Gleise der vier Ablaufgleise aufhält, die Wagenanschriften gut erkennen

können. Es kommt also darauf an, den Teil des Ablaufbergs, innerhalb dessen sich das Loshängen abspielt, das ist das Stück von der Stellerei bis etwa 100 m oberhalb davon, mit besonders guter Beleuchtung zu versehen, ohne daß hierbei der Ablaufmeister in der Stellerei geblendet wird.

lenken, auch im Bahnbetrieb öfter auftritt, soll die Wirkungsweise dieser Leuchte erläutert werden. Die Lichtquelle ist von einer Glasglocke umgeben, die die Form einer liegenden Tonne hat. Ihre Achse wird quer zur Richtung des zu beleuchtenden Streifens gelegt. Die Tonnenfläche ist durch



Stellerei 20

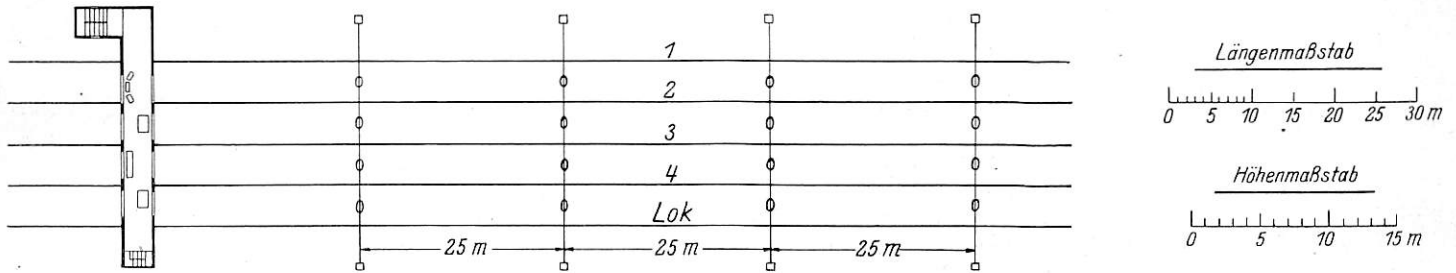


Abb. 1. Beleuchtung des Ablaufbergs auf Bahnhof Dresden-Fr. an der Stelle, wo die Wagen abgehängt werden.

Maste hätten innerhalb des Gleisfelds wegen zu geringer Gleisabstände nur zwischen Gleis 3 und 4 aufgestellt werden können; doch sollte auch dieser Gleiszwischenraum von Masten möglichst freigehalten werden, um der Ablaufmannschaft mehr Bewegungsfreiheit zu lassen. Von einer Beleuchtung durch Lampen an hohen Masten zu beiden Seiten des Gleisfelds wurde ebenfalls abgesehen, weil dann die engen Gassen, die

Drehung einer flachen Parabel um die durch ihren Brennpunkt gehende, zur Parabelachse senkrechte Sehne entstanden. Die obere Hälfte der Glocke trägt auf ihrer Außenseite einen Silberspiegel, der durch mehrfachen Anstrich und eine Blechhaube geschützt ist. Die untere Hälfte der Glocke ist, um Schlierenbildung zu vermeiden, leicht mattiert. Bringt man in den Mittelpunkt einer solchen Glocke eine Lichtquelle, die

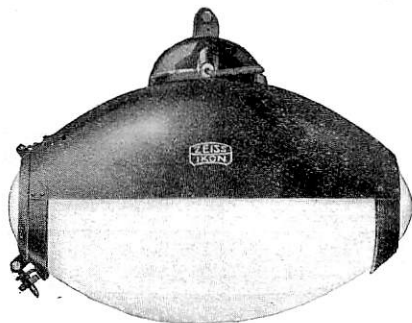


Abb. 2. Oval-Spiegelleuchte der Zeiß-Ikon-A.-G.

durch die Wagenreihen gebildet werden, ganz oder teilweise beschattet worden wären. Die Leuchten wurden daher an Gleisüberspannungen, die 25 m Abstand erhielten, aufgehängt. Jede Überspannung trägt vier Leuchten, die die Wagengassen schattenfrei beleuchten. Sie sind so befestigt, daß sie im Winde weder schaukeln noch sich drehen können. Die Lichtpunkthöhe ist zu 6 m gewählt worden, um noch mit einer einfachen Bockleiter mit breitfüßiger Stütze gefahrlos die Glühlampen auswechseln und die Glocken reinigen zu können. Nach der Stellerei zu wurden die Leuchten durch ein aufgeschraubtes Blech abgeschirmt, um den Rangiermeister am Schalterpult nicht zu blenden. Jede zu einem Ablaufgleis gehörige Lampenreihe ist für sich schaltbar.

Gewöhnliche Leuchten erschienen für den vorliegenden Zweck nicht recht geeignet, da sie ein kreisförmiges Feld beleuchten, während es hier darauf ankam, schmale rechteckige Streifen zu beleuchten. Es wurde daher eine von der Zeiß-Ikon-A.-G. besonders für diesen Zweck gebaute Oval-Spiegelleuchte (Abb. 2) gewählt. Da das Bedürfnis, den Lichtstrom einer Lampe vorwiegend auf einen schmalen Streifen zu

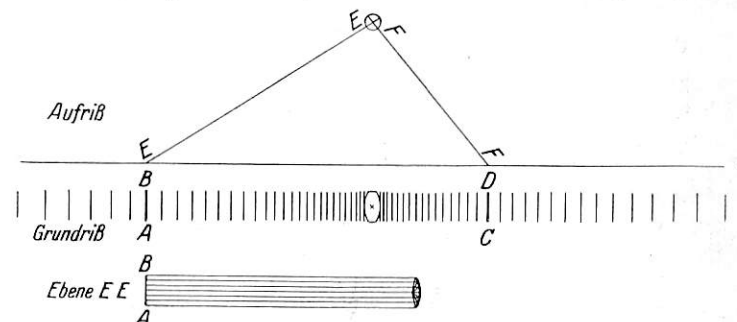


Abb. 3. Entstehung eines Lichtstreifens durch Reflexion der oberen Hälfte des Lichtstroms.

zunächst punktförmig angenommen sei, so wird durch die nach unten gerichtete Hälfte des Lichtstroms wie bei jeder anderen Leuchte ein kreisförmiges Feld beleuchtet. Die nach oben gerichtete Hälfte des Lichtstroms wird dagegen auf einen senkrecht zur Glockenlängsachse liegenden schmalen Streifen geworfen, wie folgende Überlegung zeigt. Legt man (Abb. 3) durch die Längsachse der Glocke eine Ebene EE von beliebiger Neigung gegen die Waagerechte, so treffen alle in dieser Ebene nach oben gehenden Strahlen auf eine Parabel, werden also, da sie von deren Brennpunkt ausgehen, parallel zur Parabelachse zurückgeworfen und erzeugen auf dem Erdboden einen hellen Strich AB, der parallel zur Glockenlängsachse ist und ebenso lang wie diese. Die in einer anderen Ebene FF aufwärts gehenden Strahlen rufen in gleicher Weise einen hellen Strich CD hervor. Die gesamte obere Hälfte des Lichtstroms wird also dazu verwendet, auf dem Boden ein Lichtband von der Breite der Glockenlänge zu erzeugen. Es ist senkrecht zur Glockenachse gerichtet, verläuft also, wenn die Glocke quer zu einem Gleis gestellt ist, parallel zum

Gleis. Das Lichtband wird breiter, wenn an Stelle der bisher punktförmig angenommenen Lichtquelle eine Glühlampe verwendet wird. Außerdem wird der Lichtstreifen noch dadurch auf die gewünschte Breite gebracht, daß die Lampenfassung in der Leuchte so befestigt ist, daß der Lichtschwerpunkt nicht genau im Spiegelbrennpunkt, sondern etwa 30 mm darüber sitzt. Durch dieses Mittel in Verbindung mit einer kleinen Änderung der Glockenform wird gleichzeitig erreicht, daß der Teil des Lichtstroms, der aus der Zone unmittelbar unter dem Äquator kommt, also gerade ein wertvoller Teil, noch für die Streifenbeleuchtung nutzbar gemacht wird, ohne daß der vom direkten Lichtstrom herrührende Anteil der Bodenbeleuchtung eine nennenswerte Einbuße erleidet.

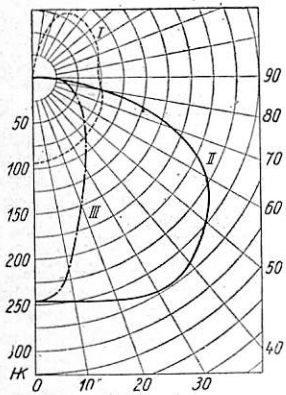


Abb. 4.

Lichtverteilung der Oval-Spiegelleuchte für 1000 Lumen der nackten Lampe.

- I Nakte Lampe
- II In der Hauptebene (parallel zum Gleis)
- III Senkrecht zur Hauptebene (quer zum Gleis)

Der Lichtverteilungskörper einer Glühlampe in einer solchen Leuchte ist kein Rotationskörper mehr; er hat nicht mehr die Form eines Apfels (Abb. 4, Kurve I), sondern die eines Bohnenkerns (Kurve II und III). Die Leuchte sendet in die Hauptebene, d. i. die Ebene senkrecht zur Glockenachse (parallel zum Gleis), wesentlich mehr Licht als in andere Ebenen. Wie die Kurven II und III in Abb. 4 zeigen, ist die Lichtstärke z. B. unter 60° gegen die Vertikale so groß wie in der dazu senkrechten Ebene. Dementsprechend konnten auch bei den in Dresden-Friedrichstadt vorgenommenen Messungen in der Hauptebene wesentlich größere Beleuchtungsstärken festgestellt werden als quer zu ihr. In Abb. 5 zeigt

Kurve a die von einer Leuchte in der Gleisrichtung, Kurve b die quer zum Gleis in 1 m Höhe über dem Boden (= 5 m unter der Leuchte) gemessenen Beleuchtungsstärken. In 8,6 m Abstand von der Leuchte, das ist für die unter 60° abgehenden Strahlen wurde in der Gleisrichtung eine Beleuchtungsstärke von 3,2 Lux, quer zum Gleis 1,0 Lux gemessen. Kurve c zeigt die unter der Verbindungslinie von zwei Lampen erzeugte Gesamtbeleuchtung 1 m über Boden. Bei den Messungen wurde eine Leuchte verwendet, die bereits 3/4 Jahr auf dem Ablaufberg in Betrieb gewesen und nur, wie bei der gewöhnlichen Reinigung, abgewischt worden war.

Wie einleitend bemerkt, liegt bei der Seilablaufanlage auch ein starkes Bedürfnis nach guter Vertikalbeleuchtung vor, nicht nur, weil die Anschriften an den Wagen, während diese vorbeifahren, gelesen werden müssen, sondern auch, weil die Wagenwände den Hintergrund bilden, von dem sich die Ablaufmannschaft vom Ablaufmeister aus gesehen, abheben muß. Es wurden daher auch die erzielten Vertikalbeleuchtungsstärken gemessen, und zwar in Ebenen, die parallel zur Hauptebene in 1, 2 und 5 m seitlichem Abstand von ihr liegen. Sie sind in Abb. 6 wiedergegeben.

Die Beleuchtungsmessungen wurden mit dem Beleuchtungsmesser von Professor Voegelé, Hersteller Firma Krüss, Hamburg, durchgeführt, einem neuen Instrument*), mit dem Leuchtdichten von Flächen in verschiedenem Abstand vom Auge verglichen werden können, und dessen Konstruktionseinzelheiten dem praktischen Bedürfnis so gut angepaßt sind, daß derartige Messungen in kurzer Zeit mit ausreichender Genauigkeit durchgeführt werden können. Man kann mit ihm

*) Licht und Lampe 1929, Heft 4.

nicht nur Beleuchtungsstärken auf Ebenen von jeder beliebigen Lage im Raum, sondern auch Leuchtdichten und Reflexionsvermögen sehr bequem messen. Dies ist wertvoll, da noch viel zu wenig beachtet wird, daß im Grunde genommen nicht die Beleuchtungsstärke, sondern der Unterschied von Leuchtdichten für das Erkennen eines Gegenstandes maßgebend ist. Der nächtliche Rangierbetrieb könnte z. B. auf allen Bahnhöfen ohne Mehraufwand für Strom wesentlich erleichtert werden, wenn bei der Wahl des Wagenanstrichs auch diesem lichttechnischen Gesichtspunkte gebührend Rechnung getragen würde. Der jetzt am meisten angewandte rote Anstrich der Güterwagen besitzt, wenn er noch neu ist, ein Reflexionsvermögen von nur 15%, ist also vom lichttechnischen und

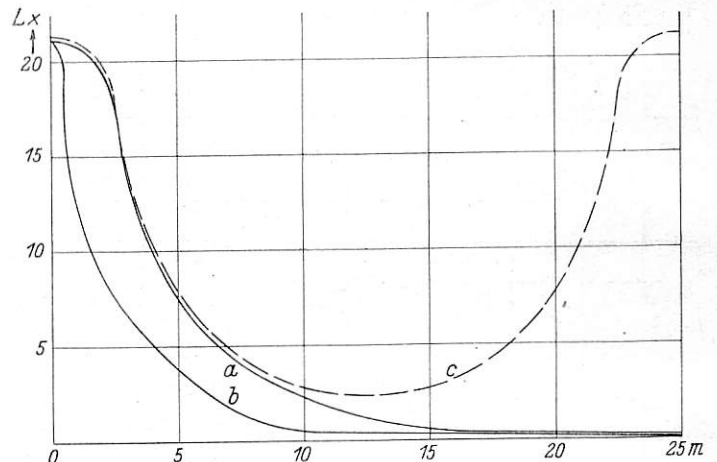


Abb. 5. Durch Oval-Spiegelleuchten erzielte Horizontalbeleuchtung, gemessen 1 m über Boden = 5 m unter der Lampe, Leuchte bestückt mit 150 W-Lampe.

- a in der Gleisrichtung
- b quer zur ..
- c in der .. durch 2 Leuchten in 25 m Abstand

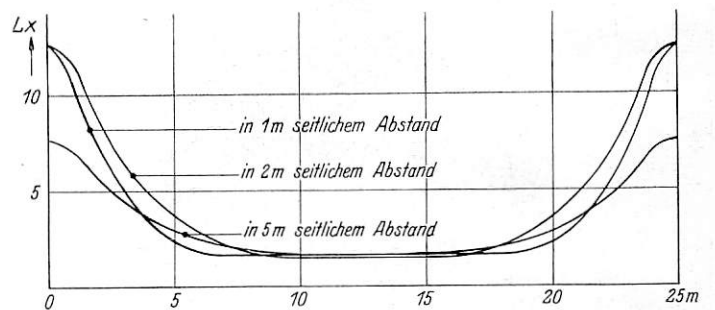


Abb. 6. Erzielte Vertikalbeleuchtungen in verschiedenen Abständen von der Lampenreihe.

somit auch vom betrieblichen Standpunkt aus wohl der ungünstigste, den man wählen kann. An in Betrieb befindlichen Wagen wurden bei Messungen auf dem Ablaufberg Dresden-Friedrichstadt sogar nur durchschnittlich 10% festgestellt, an weiß gestrichenen Bierwagen dagegen durchschnittlich 40%.

Eine weitere Sonderaufgabe war die Innenbeleuchtung der Reiterstellerei selbst. Stellereibelegungen bieten bekanntlich dadurch Schwierigkeiten, daß der Wärter in unmittelbarer Folge bald die Apparate im Innern der Stellerei und ihre Anschriften erkennen, bald die Vorgänge draußen auf den Gleisen sicher verfolgen können muß. Um bei diesem Wechsel die Adaptierungszeit des Auges möglichst herabzusetzen, ist daher gleiche Helligkeit der Flächen im Stellereinnern und auf dem Gleisfeld anzustreben. Ferner muß jede Blendung auch durch Spiegelbilder in der Fensterscheibe vermieden werden. Überall, wo mechanische Stellwerke, deren Bezeichnungsschilder in zwei parallelen Horizontalreihen liegen, verwendet werden, lassen sich beide Forderungen durch die bei

der Reichsbahndirektion Dresden seit 1914 allgemein eingeführte Stellwerkleuchte*) vollkommen erfüllen. Für die Reiterstellerei Dresden-Friedrichstadt kam sie nicht in Betracht, da diese kein mechanisches, sondern ein elektrisches Stellwerk enthält, ferner ein automatisches Ablaufkraftstellwerk und zwei Schaltpulse für die Seilablaufanlage, also Apparate, an denen die zu lesenden Schilder und die zu bedienenden Griffe über Flächen verschieden verteilt angeordnet

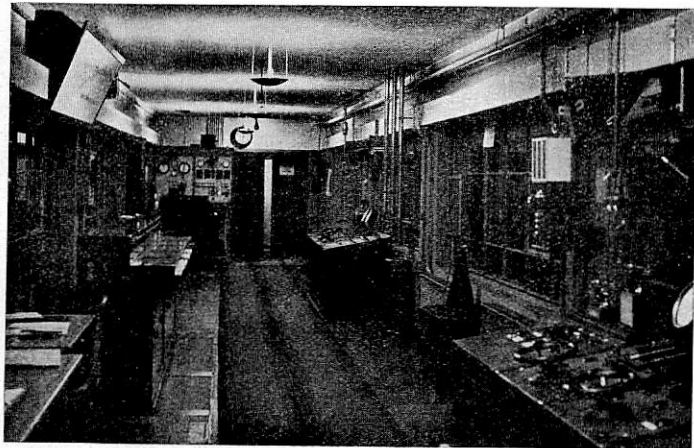


Abb. 7. Indirekte Beleuchtung der Reiterstellerei 20. Fußboden und Wandanstrich dunkel, Decke hell. Diffuses Licht, keine Blendung in der Blickrichtung auf die Gleise; keine Spiegelbilder bei vertikalen Fenstern. 4×25 Watt auf 20 m Länge.

sind, so daß die Durchführung des Gedankens, die Beleuchtung auf diese Teile zu beschränken, hier zu verwickelten Bauweisen geführt hätte. Schräggehende Fenster zur Vermeidung störender Spiegelbilder waren unerwünscht, da sie, um wirksam zu sein, in 1:4 hätten geneigt werden müssen und es

*) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1916, Heft 18.

dann unmöglich gemacht hätten, zwischen dem Fenster und dem Stellwerk oder den Schaltpulsten Unterhaltungsarbeiten vorzunehmen. Auch wäre die Anordnung von Durchsprechenfenstern und die Reinigung der Fenster schwierig geworden.

Die Lösung wurde daher durch zwei andere Mittel erreicht: Indirekte Beleuchtung und sorgfältige Wahl aller Anstriche nach lichttechnischen Gesichtspunkten. Alle Teile, deren Spiegelbilder in die Blickrichtung auf die Gleise fallen, wurden dunkel gehalten. Vor allem wurden für den Fußboden dunkle Fliesen und für die Apparate dunkler, matter Anstrich gewählt. Die Wände wurden bis zu 2,5 m Höhe dunkel gehalten; nur der oberste Teil und die Decke erhielten weißen Anstrich. Das Reflexionsvermögen wurde wie folgt festgestellt: für die Fliesen 16%, für den dunkelgrünen Anstrich des Kraftstellwerks 10%, für die Wände 24%, für die Decke 80%. Der über 20 m lange Raum wurde mit vier Glühlampen für 25 Watt ganz indirekt beleuchtet, indem einfach unter jedes Pendel eine Blechschale gehängt wurde (Abb. 7). Durch die beiden Mittel, die allerdings nur bei innigem Zusammenarbeiten von Lichttechniker und Bautechniker Erfolg haben können, wurde auf sehr einfache Weise eine allen Anforderungen gerecht werdende, in Anlage und Betrieb billige Stellereibebeleuchtung erzielt. Die Leuchtdichten der Flächen im Innern der Stellerei sind auf die Größenordnung der Leuchtdichte des Gleisfelds herabgedrückt. Die ganze Stellerei ist, da keine Lichtrichtung vorherrscht, von einem weichen Licht von geringer Schattigkeit erfüllt (mittlere Beleuchtungsstärke in 1 m über Fußboden in der Gebäudemitte 3,5 bis 8 Lux, an der Fensterwand 1,9 bis 3,3 Lux), das zur Bedienung der Apparate völlig ausreicht. Jedwede Blendung und störende Spiegelbilder sind vermieden, obwohl normale, senkrechte Fenster beibehalten sind. In Abb. 7 erscheint im Fenster am weitesten links die Wand des Treppenhauses, ein Zeichen, daß der Ausblick ins Freie ungehindert ist. Wird aus besonderem Anlaß z. B., um Störungen zu beseitigen, mehr Licht gebraucht, so braucht nur die unter der Lampe befindliche Blechschale beiseitegenommen zu werden.

Ablauf mit veränderlichem Ablaufpunkt.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Frohne, Dresden.

Bei Besichtigungen des Verschiebebahnhofes Dresden-Friedrichstadt wird häufig an der Art des Abhängens der Wagen am Ablaufpunkt eine starke Kritik geübt. Es wird beanstandet, daß im Gegensatz zum Flachbahnhof zwei Leute, der „Verteiler“ und der „Gabler“, zum Abhängen notwendig sind, und vor allen Dingen, daß die Wagengestelle durch das einseitige Stauchen sehr stark beansprucht würden. Diese Kritik ist z. T. nicht unberechtigt, aber sie ist zum mindesten insofern sehr einseitig, als gewöhnlich vollkommen übersehen wird, daß durch diese Handhabung des Abhängens auch große Vorteile erreicht werden. Im Gegensatz zum Flachbahnhof mit seinem durch den Eselsrücken festgelegten Ablaufpunkt wird auf den Gefällsbahnhöfen der vorm. Sächsischen Staatseisenbahn mit veränderlichem Ablaufpunkt gearbeitet. Dieses Verfahren weist Vorzüge auf, die weder in Fachkreisen, noch in der rangiertechnischen Literatur bisher die gebührende Würdigung erfahren haben*).

Auf Flachbahnhöfen mit Eselsrücken laufen die einzelnen Wagen eines Ablaufzuges mit Pufferberührung, z. T. sogar unter einer gewissen Stauchung, dem Ablaufpunkt zu, da sie durch die Drucklokomotive über die Gegenrampe des Eselsrückens hinweggedrückt werden. Das Entkuppeln der Wagen mit der

*) Vergl. Verf. „Über die Leistungsfähigkeit der Ablaufanlagen von Flachbahnhöfen und Gefällsbahnhöfen“ im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Heft 13 vom 15. Juli 1927, S. 238 und Heft 14 vom 30. Juli 1927, S. 257.

Rangiergabel ist hier ohne weiteres möglich, ja es werden auf manchen Bahnhöfen sogar die Kupplungen vor Beginn des Ablaufs ganz gelöst. Im Gegensatz hierzu kann auf Gefällsbahnhöfen das Trennen der Kupplungen erst am Ablaufpunkt selbst vorgenommen werden. Da der vorher lockergehängte, in Neigung anrollende Zug mit gestrafften Kupplungen dem Ablaufpunkt zuläuft, ist es notwendig, diese zwischen dem abzuhängenden Wagen und dem Stammzug schlaff zu machen, ehe der Gabler den Kupplungsbügel mit der Rangiergabel herauswerfen kann. Dieses „Schlaffen“ der Kupplungen wird dadurch erreicht, daß der Laufwiderstand des abzukuppelnden Wagens künstlich vergrößert wird, und zwar bei besetzten Gruppen durch ein mäßiges Anziehen der Handspindelbremsen, bei unbesetzten Wagen dadurch, daß einem Rad von dem sog. „Verteiler“ ein Widerstand vorgelegt wird, und zwar früher in Gestalt eines Bremsknüppels und in neuerer Zeit in Gestalt einer sog. „Krücke“ (Abb. 1). Das Rad, das die Krücke überklettern muß, verzögert den abzuhängenden Wagen, und die Kupplung wird auf eine gewisse Zeit — deren Dauer von der Geschwindigkeit des Zuges und von der Höhe der Krücke abhängig ist — schlaff. Diese Zeit muß der „Gabler“ benutzen, um die Kupplung mit der Rangiergabel herauszuwerfen (Abb. 2). Schon aus dieser kurzen Darstellung geht hervor, daß dieses Verfahren ein gutes Zusammenarbeiten des „Verteilers“ mit dem „Gabler“ voraussetzt.

Das einseitige Überklettern der Krücke bringt natürlich

für das Wagengestell eine gewisse Beanspruchung, wenn auch vielleicht die schädlichen Folgen bei den geringen Geschwindigkeiten stark überschätzt werden. Es hat nicht an Vorschlägen für eine Beseitigung dieses Übelstandes gefehlt. So ist z. B. auf dem im übrigen nach dem Muster von Dresden-Friedrichstadt und Chemnitz-Hilbersdorf gebauten Verschiebebahnhof Nürnberg nachträglich unter Aufgabe des veränderlichen Ablaufpunktes in die Ablauframpe eine horizontale Strecke oder gar eine kleine Gegeneigung, die für das Entkuppeln ausreichend ist, eingebaut worden. Diese Lösung ist jedoch auf solchen Bahnhöfen nicht möglich, auf denen Züge über die Ablauframpe auffahren. Für diese Bahnhöfe liegt der Gedanke nahe, das den Laufwiderstand des abzuhängenden Wagens vergrößernde Hindernis zweiseitig und einklappbar zu machen, so daß es bei Auffahren umgelegt werden kann. Es ist nun bemerkenswert, daß ein nach dieser Richtung hin in Dresden-Friedrichstadt angestellter, technisch gut gelungener Versuch von der Belegschaft abgelehnt wurde, obwohl hierbei dem Verteiler der größte Teil seiner nicht leichten körperlichen Arbeit abgenommen wird, weil angeblich die Leistungsfähigkeit des Ablaufberges mit dieser Neuanlage wesentlich gesunken sei. Diese Angabe konnte durch Beobachtungen bestätigt werden. Da nichts geändert wurde, als daß der bisher veränderliche Ablaufpunkt ortsfest geworden ist, ist bewiesen, daß dem beweglichen Ablaufpunkt neben den eingangs erwähnten Mängeln auch gewisse Vorzüge innewohnen.

Worin bestehen diese?

Die Vorteile des veränderlichen Ablaufpunktes sind doppelter Art:

a) Veränderlichkeit der Ablaufhöhe.

Es besteht die Möglichkeit, den durchschnittlichen Ablaufpunkt je nach den Witterungsverhältnissen auf der Länge der Ablauframpe beliebig zu wählen. Die Ablaufmannschaft arbeitet bei günstiger Witterung, guter Lauffähigkeit der Wagen und Rückenwind im allgemeinen mit einem verhältnismäßig niedrigen Ablaufpunkt, um die Gefällhöhe bis zur ersten Verteilungswiche und damit die Geschwindigkeit der ablaufenden Wagen nicht zu groß zu machen. Auf der anderen Seite wählt sie bei ungünstigen Witterungsverhältnissen, Gegenwind, Frost usw. den Ablaufpunkt höher, um eine größere Gefällhöhe zu erreichen. Damit ist die auf Flachbahnhöfen so sehr erstrebte veränderliche Berghöhe auf Gefällbahnhöfen ohne weiteres gegeben, und die Notwendigkeit, einen Sommerberg und einen Winterberg vorzusehen, entfällt.

b) Regelbarkeit der Wagenfolge.

Der zweite Vorteil des veränderlichen Ablaufpunktes liegt in seiner Veränderlichkeit während des Ablaufs eines Zuges. Im Gegensatz zu Flachbahnhöfen wird auf Ablaufanlagen mit durchgehendem Gefälle der Ablaufpunkt während eines Ablaufs dauernd verändert. Dieses Verfahren hat den großen Vorzug, daß es gestattet, die Wagenfolge den ständig wechselnden Verhältnissen beim Ablauf anzupassen. Läuft ein Gutläufer ab, so kann das Abhängen des nächsten Wagens zeitlich vorverlegt werden, indem die Ablaufmannschaft dem Zuge entgegengeht; kommt ein Schlechtläufer, so geht die Ablaufmannschaft so lange mit dem Zuge mit, bis der Verteiler die Gewißheit hat, daß die nächste Ablaufgruppe den vorhergehenden Wagen auf keinen Fall einholt. Es können folgende Fälle eintreten:

1. Die einzelnen Ablaufgruppen haben den gleichen Laufwiderstand.

Der Verteiler bleibt im allgemeinen an seinem Platze stehen und legt jedesmal die Krücke vor, wenn die vordere Achse des abzuhängenden Wagens bis zu ihm herangekommen ist. Der Gabler dagegen ist ständig in Bewegung. Hat er einen Wagen abgehängt, so geht er dem Zuge entgegen, legt an der nächsten

Trennstelle die Gabel ein und geht nun so lange mit dem ablaufenden Zug mit, bis er die Kupplung herauswerfen kann. Bei einer durchschnittlichen Wagenlänge $L_w = 9$ m, einer Ablaufgeschwindigkeit $v_0 = 0,8$ m/sec und einer Marschgeschwindigkeit beim Rückweg $v_1 = 1,2$ m/sec ergeben sich folgende Beziehungen: Ist x der Weg, den die nächste Trennstelle vom Augenblick des Abhängens des vorhergehenden Wagens bis zum Treffen mit dem Gabler zurückgelegt hat und y der Weg des Gablers, so ist

$$x + y = L_w$$

und

$$\frac{v_0}{x} = \frac{v_1}{y}$$

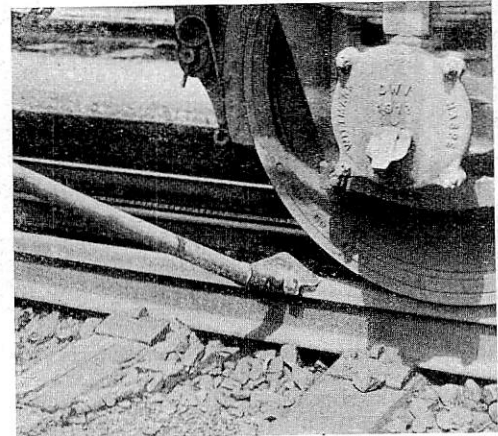


Abb. 1. Die sogenannte „Krücke“.

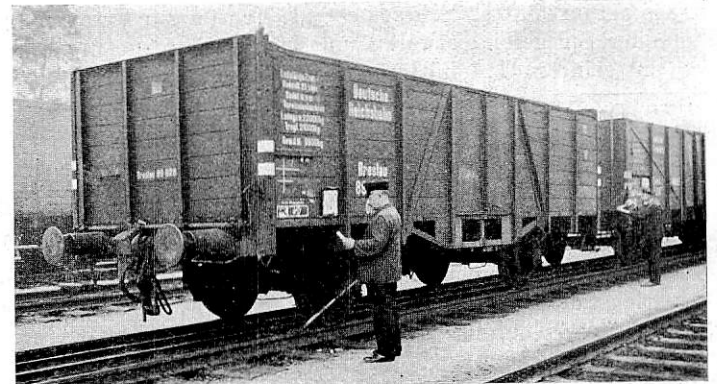


Abb. 2. „Verteiler“ und „Gabler“.

Hieraus ergibt sich:

$$x = \frac{L_w \cdot v_0}{v_0 + v_1}$$

oder

$$x = 3,6 \text{ m und } y = 5,4 \text{ m.}$$

Bei gleichbleibender Zuggeschwindigkeit stehen also dem Gabler $\frac{5,4}{0,8} = \text{rund } 7$ Sekunden bis zum nächsten Entkuppeln zur Verfügung. Diese Zeit ist vollkommen ausreichend, um ein gleichmäßiges und ruhiges Arbeiten zu ermöglichen.

2. Ein Schlechtläufer läuft ab.

Während der Gabler dem Zuge entgegengeht, beobachtet der Verteiler den abgehängten Wagen. Läuft dieser langsamer als die übrigen Wagen, so legt er die Krücke nicht vor, wenn die erste Achse des nächsten Wagens bis zu ihm gekommen ist, sondern er geht mit dem Zuge mit, bis der Abstand genügend groß geworden ist. Eine einfache Überlegung zeigt, wieviel hierdurch zu gewinnen ist. Bei gleichbleibender Wagenfolge

und $v_0 = 0,8$ m/sec beträgt die Wagenfolgezeit rund 11 Sek. Durch jeden Meter, den der Verteiler den Ablaufpunkt talwärts verlegt, vergrößert er die Wagenfolgezeit um 1,2 Sek., ohne daß die Zuführungsgeschwindigkeit des Zuges geändert zu werden braucht. Bei sehr schlecht laufenden Wagen sind die Fälle nicht selten, wo der Ablaufmeister den Ablaufpunkt 30 bis 40 m talwärts verlegt und auf diese Weise die Wagenfolgezeit um 35 bis 50 Sek. vergrößert. Bei einer so großen Verlegung des Ablaufpunktes spielt natürlich auch die Verringerung der Gefällshöhe bis zur Verteilungswiche eine wesentliche Rolle. Sie macht im vorliegenden Falle bei einer Neigung der Ablauframpe von z. B. 1:80 38 bis 50 cm aus.

3. Ein Gutläufer läuft ab.

Hat der Verteiler einen abgehängten Wagen als Gutläufer erkannt, so kann er dadurch, daß er dem Zuge ebenfalls ent-

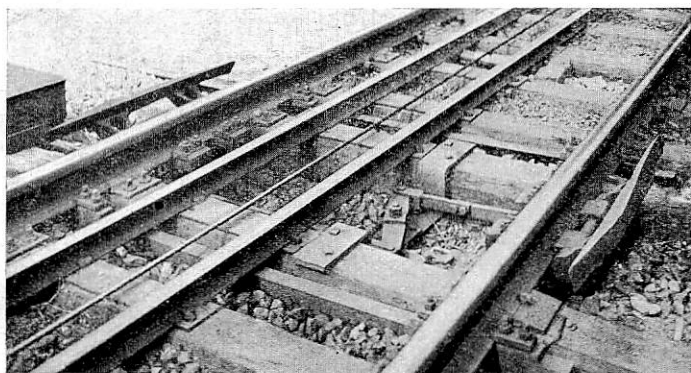


Abb. 3. Vorlegekeilpaar aufgeklappt.

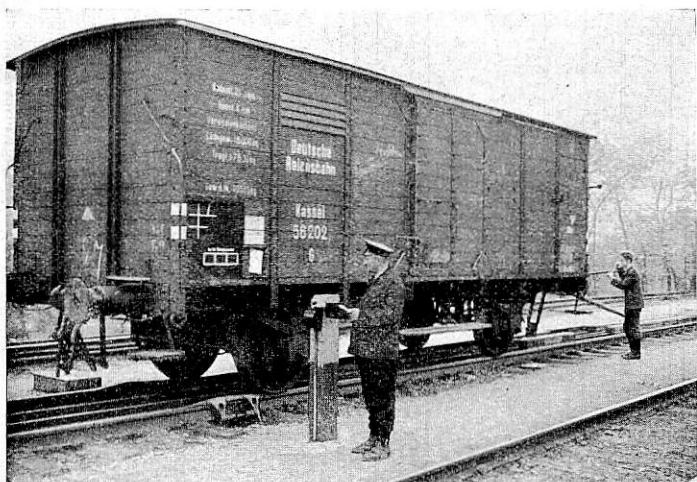


Abb. 4. Bedienung des Vorlegekeilpaares.

gegenght, die Wagenfolgezeit verkürzen. Unter 1. war berechnet, daß der Gabler dem nächsten Wagen 5,4 m entgegengehen kann. Das Einlegen der Gabel und das Herauswerfen der Kupplung dauert etwa 3 Sek., so daß der Ablaufpunkt um $5,4 - 3 \cdot 0,8 = 3$ m bergwärts verlegt werden kann, was einer Verkürzung der Wagenfolgezeit um $\frac{3}{0,8} = \text{rund } 4$ Sek. entspricht.

4. Eine Gruppe läuft ab.

Angenommen, eine Gruppe von fünf Wagen oder 45 m Länge läuft ab, so hat der Gabler nach dem Abhängen des vorhergehenden Wagens Zeit, der Gruppe 27 m entgegenzugehen und sie dadurch um 12 Sekunden früher abzuhängen, als dies auf einer Anlage mit Eselsrücken der Fall wäre. Da nun fast in jedem Zuge Gruppen von mehreren Wagen, andererseits

aber auch Schlechtläufer vorkommen, pendelt der Ablaufpunkt ständig hin und her, und es kann auf diese Weise ein verhältnismäßig weitgehender Ausgleich zwischen Gut- und Schlechtläufern bei fast gleichbleibender Zuführungsgeschwindigkeit erzielt werden. Dies ist im Gegensatz zu dem Verfahren, bei dem wegen Schlechtläufern die Zuführungsgeschwindigkeit verringert werden muß, von großem Vorteil, da durch jedes Abgehen von der durchschnittlichen Zuführungsgeschwindigkeit — wie bei einer Langsamfahrstelle auf freier Strecke — die Gesamtfahrzeit erhöht und damit die Leistungsfähigkeit vermindert wird.

In diesem Zusammenhange ist die Frage von Bedeutung, welche Vorteile der veränderliche Ablaufpunkt auf Bahnhöfen hat, auf denen durch Seilablaufanlagen eine weitgehende Regelung der Zuführungsgeschwindigkeit erreicht wird. Im ersten Teil des Aufsatzes: „Die Seilablaufanlage“ ist in diesem Hefte bereits dargelegt worden, daß mit der Einführung der Seilablaufanlage der veränderliche Ablaufpunkt nicht aufgegeben werden konnte. Die Feinregelung in der Wagenfolge, die der veränderliche Ablaufpunkt gestattet, ist mit rangiertechnischen Einrichtungen, bei denen die ganze Masse des Zuges beschleunigt oder verzögert werden muß, nicht zu erreichen, weil immer eine gewisse Mindestzeit erforderlich ist, ehe eine merkbare Erhöhung oder Verminderung der Zuführungsgeschwindigkeit erzielt werden kann. Als die ablaufenden Züge in Dresden-Friedrichstadt noch mit Bremsern (den sog. Nachlassern) besetzt waren, lag die durchschnittliche Zuführungsgeschwindigkeit verhältnismäßig niedrig, weil mit höherer Zuführungsgeschwindigkeit die Wege der Ablaufmannschaft zu groß geworden wären. Nach Inbetriebnahme der Seilablaufanlage kann der Ablaufmeister durch Veränderung der Zuführungsgeschwindigkeit die Arbeiten der Ablaufmannschaft wesentlich erleichtern. Ist der Ablaufpunkt talwärts zu verlegen, so kann er durch Verminderung, ist der Ablaufpunkt bergwärts zu verlegen, durch Erhöhung der Zuführungsgeschwindigkeit die Wege der Ablaufmannschaft verringern. Allgemein kann er die Zuführungsgeschwindigkeit so lange steigern, bis die Ablaufmannschaft den Ablaufpunkt talwärts verlegt. Dies kann aus zwei Ursachen eintreten. Einmal kann ein einzelner Schlechtläufer die Veranlassung sein, zum anderen kann das Arbeitstempo zu groß sein. Im ersten Falle braucht der Ablaufmeister die Zuführungsgeschwindigkeit nicht zu verändern, im zweiten Falle muß er etwas herabgehen. Er kann aber sofort wieder steigern, wenn eine Gruppe oder wenn eine Reihe von Gutläufern, z. B. beladene O-Wagen, zum Ablauf kommt. Hierdurch ist es möglich geworden, die durchschnittliche Zuführungsgeschwindigkeit und damit die Leistungsfähigkeit des Ablaufberges zu erhöhen.

Zusammenfassend bestehen also die Hauptvorteile des veränderlichen Ablaufpunktes neben der oben unter a) angeführten Veränderlichkeit der Ablaufhöhe (für jede Witterung die entsprechende Berghöhe!) in der großen Leistungsfähigkeit der Ablaufanlage bei durchschnittlich geringer Zuführungsgeschwindigkeit und in der Anwendbarkeit verhältnismäßig flacher Ablauframpen, durch die es möglich ist, die Schadensfälle und die Zahl der Fehlläufer äußerst niedrig zu halten.

Diese Vorteile werden gegenüber Flachbahnhöfen mit Eselsrücken — wenigstens beim jetzigen Verfahren — durch die eingangs erwähnten beiden Nachteile — besonderer Mann zum Vorlegen der Krücke und ungünstige Beanspruchung der Wagen — erkauft. Es ist nun untersucht worden, ob und inwieweit diese Nachteile beseitigt werden können. Zu diesem Zwecke wurden zunächst die gesamten der Ablaufmannschaft obliegenden Arbeiten durch Arbeitsstudien festgestellt.

Hierbei ergab sich, daß der Gabler als einer der am stärksten beanspruchten Posten des ganzen Verschiebebahnhofs

angesehen werden muß. Seine Haupttätigkeit besteht im Aushängen der Kupplungen; er hat fast keine Nebenarbeiten auszuführen. An einen Wegfall dieses Postens kann, solange es keine selbsttätigen Kupplungen gibt, nicht gedacht werden. Die Zuweisung weiterer Arbeiten an den Gabler ist nur in ganz geringem Umfange möglich.

Der Verteiler hat körperliche und geistige Tätigkeiten zu verrichten. Die körperlichen Tätigkeiten bestehen im Vorlegen der Krücke, im Auf- und Abgehen am Zuge beim Verändern des Ablaufpunktes, im Bedienen des Lautsprechers und im Geben von Signalen an die Gruppenbegleiter und in gewissen Fällen auch an den Ablaufmeister auf dem Reiterstellwerk. Die geistigen Tätigkeiten bestehen in der Hauptsache im Erfassen der Zugzusammensetzung aus dem Rangierzettel, in der Verteilung der Gruppenbegleiter, im Vergleichen der Rangierzettel mit der Wagenbezettelung, in der Berichtigung von Irrtümern im Rangierzettel durch die Lautsprecher und vor allem im Beobachten der abgehängten Wagen, im Abschätzen ihres Laufvermögens, im Beurteilen der voraussichtlichen Lauffähigkeit des nächsten abzuhängenden Wagens und — als Gesamtergebnis dieser geistigen Arbeiten — in der Festlegung des Ablaufpunktes.

Der Wegfall des besonderen Verteilers könnte nur in Frage kommen, wenn alle vorgenannten mechanischen und geistigen Tätigkeiten entweder mechanisiert oder von anderen Leuten übernommen werden könnten. Für eine Mechanisierung kommen von den körperlichen Tätigkeiten lediglich das Vorlegen der Krücke und damit das Auf- und Abgehen am Zuge in Betracht. Die nach dieser Richtung hin angestellten Versuche werden unten näher beschrieben. Führen sie unter Beibehaltung des veränderlichen Ablaufpunktes zum Ziel, so würde zwar die körperliche Hauptarbeit des Verteilers aufhören, aber er selbst könnte damit noch nicht entfallen. Wohl läßt sich eine Mechanisierung des Stauchvorgangs nach der Richtung hin denken, daß die Anlage vom Gabler ein- und ausgeschaltet wird, aber damit würde voraussichtlich auch die Veränderlichkeit des Ablaufpunktes aufhören; denn die geistige Arbeit des Verteilers, die zur sinnvollen Festsetzung des jeweiligen Ablaufpunktes führen soll, könnte vom Gabler unmöglich nebenbei mit ausgeübt werden.

Durch die Mechanisierung tritt also — soweit die Verhältnisse heute übersehen werden können — keine Personalerparnis ein, durch die die Kosten einer technischen Anlage verzinnt und getilgt werden könnten. Der Vorteil würde vielmehr darin liegen, daß der Verteiler beweglicher werden würde und die übrigen ihm obliegenden Arbeiten besser ausführen könnte, sowie vor allem darin, daß der eigentliche Stauchvorgang besser und länger und die Beanspruchung der Wagen günstiger werden würde. Höchstens könnte auf Bahnhöfen mit schwachem Verkehr der Rangiermeister des Ablaufberges die Arbeiten des Verteilers mit übernehmen, so daß dort mit einer gewissen Kopfersparnis gerechnet werden könnte. Für Dresden-Friedrichstadt käme eine solche Lösung allerdings nicht in Frage, da hier der Rangiermeister bereits die Seilablaufanlage bedient, und die übrigen Arbeiten des Verteilers (Bedienen der Lautsprecher, Prüfen des Rangierzettels durch Vergleichen mit der Wagenbezettelung, Verfügen der Gruppenbegleiter usw.) vom Reiterstellwerk aus unmöglich mit ausgeführt werden können.

Trotz der angegebenen Einschränkungen verspricht also der Versuch, den Stauchvorgang mechanisch zu lösen, immerhin gewisse Vorteile, so daß sich eine Weiterführung der eingeleiteten Versuche lohnt.

Die Mechanisierung des Stauchvorgangs ist nach zwei Seiten hin versucht worden.

a) Beibehaltung des jetzt der Krücke zugrunde liegenden Gedankens, die Stauchung durch Überklettern eines kleinen Eselsrückens herbeizuführen.

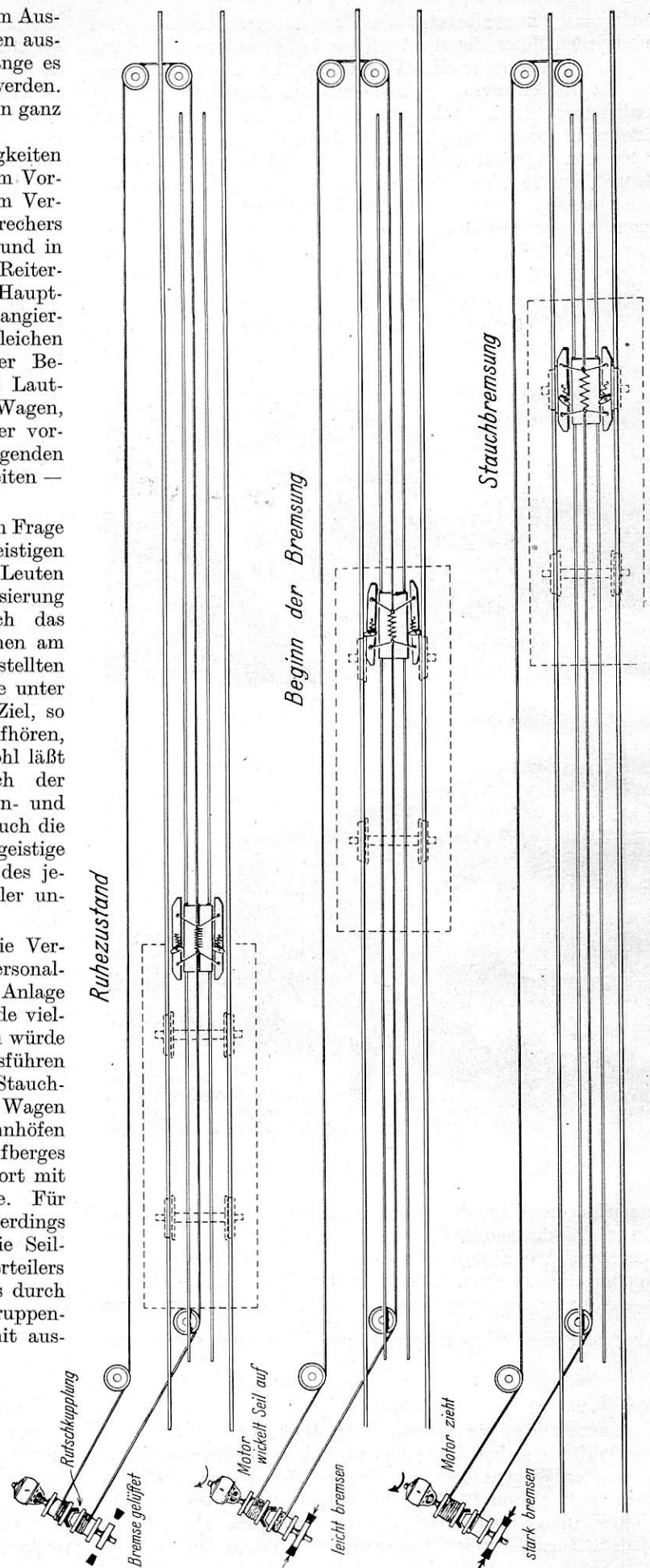


Abb. 5. Fahrbare Innenbackenbremse.

Die Lösung besteht im Ersatz der kurzen Krücke durch zwei auf beiden Schienen in gleicher Höhe liegende lange, mechanisch oder elektrisch gesteuerte Vorlegekeile. Die mit der Probeausführung *) nach Abb. 3 und 4 angestellten Versuche befriedigen hinsichtlich der mechanischen Wirkung gut, die einseitige Beanspruchung des Wagengestells wird vollständig vermieden. Dagegen trat durch die Festlegung des Ablaufpunktes die bereits erwähnte Leistungsverminderung ein. Dieser Nachteil soll — wenigstens praktisch — dadurch beseitigt werden, daß mehrere Vorlegekeilpaare hintereinander eingebaut werden, so daß zwar eine gewisse Beschränkung in der Beweglichkeit eintritt, die Vorteile des veränderlichen Ablaufpunktes aber in ausreichendem Maße erhalten bleiben. Als Entfernung der drei vorgesehenen Keilpaare sind zunächst je 15 m in Aussicht genommen, was bei Wagen von rund 10 m Länge insgesamt sechs verschiedene Ablaufpunkte und 35 m Weg ergibt.

b) Ersatz der Krücke durch eine kleine fahrbare Innenbackenbremse, die talwärts und bergwärts gesteuert werden kann und in ihrer Bremskraft so zu bemessen ist, daß sie die zum Aushängen erforderliche Stauchung herbeiführt.

Abb. 5 zeigt ein Schema der geplanten Lösung. Auf einem auf den Schmalspurgleisen der Seilablaufanlage fahrbaren Rahmen, der durch eine kleine Seilwinde beliebig hin und her gesteuert werden kann, liegen zwei bewegbare, mit einem Doppelscherenantrieb verbundene Bremschienen. Eine Feder hält die beiden Bremschienen in der Ruhestellung fest. Der Antrieb liegt am Ende der Bremsstrecke und besteht aus einem Motor und zwei Seiltrommeln, die auf einer Achse sitzen und durch eine Rutschkupplung miteinander verbunden sind. Oberseil und Unterseil sind je an einer Trommel und je an einem Gelenk des Scherenantriebs befestigt. Die Kraft der Feder, die die Bremschienen im Ruhezustand hält, ist wesentlich größer als die Laufwiderstände des Fahrgestells, so daß dessen Steuerfähigkeit gewährleistet ist. Soll ein Wagen zum Abhängen gestaut werden, wird die eine Trommel bei eingeschaltetem Motor mechanisch gebremst. Hierdurch wird der Scherenantrieb auseinandergezogen und die Bremsstellung bewirkt. Die in die Bremse einlaufende Achse zieht das Fahrgestell an einem Mitnehmer so lange mit, bis die mechanische Bremse an der Seiltrommel nach dem Abkuppeln des Wagens wieder gelöst wird.

Praktische Bewährung bei beiden Systemen vorausgesetzt verteilen sich Vorteile und Nachteile wie folgt:

Lösung a) hat den Vorteil geringer Anlagekosten, wenn der Einbau von etwa drei Vorlegekeilpaaren für die praktischen Anforderungen des Betriebs genügt. Die Unterhaltungskosten sind voraussichtlich niedrig. Ferner tritt kein Energieverlust ein, da die dem Wagen beim Stauchvorgang entzogene und in Hubarbeit umgesetzte Energie sich nach Überklettern der Vorlegekeile beschleunigend auswirkt.

Als Nachteile sind zu nennen: die unveränderliche Höhe der Keile, die bei geringer Zulaufgeschwindigkeit, großen Laufwiderständen (Winter) und einzelnen Wagen zu groß, bei großer Zulaufgeschwindigkeit, kleinen Laufwiderständen (Sommer) und mehreren Wagen häufig zu gering ist. (Im jetzigen Zustande verwenden die Verteiler bei verschiedenen Witterungsverhältnissen Krücken verschiedener Höhe.)

Lösung b) hat den Vorteil, daß auf der ganzen Länge der Rampe unendlich viele Ablaufpunkte gewählt werden können, und daß ein eingeleiteter Stauchvorgang in jedem Augenblick unterbrochen, aber bei erschwertem Entkuppeln auch beliebig lange ausgedehnt werden kann, so daß das Aushängen sicher wesentlich erleichtert wird.

*) Firma Carl Thomaß, Dresden sowie Ernst Heckel, Saarbrücken.

Als Nachteile sind voraussichtlich die größere Empfindlichkeit der Anlage, höhere Bau- und Unterhaltungskosten und ein langsames Abrollen der angehängten Wagen zu verzeichnen.

Die Beantwortung der Frage, wie der Ablauf mit veränderlichem Ablaufpunkt in die gesamte Ablauftechnik einzuliefern ist, ergibt sich aus folgendem:

Die Hauptschwierigkeit der gesamten Ablauftechnik liegt nicht in der Theorie der gegenseitigen Beziehungen der ablaufenden Wagen, sondern in ihren verschiedenen Laufwiderständen. Man suchte diese Schwierigkeit bisher — wenn man von der praktisch noch nicht erprobten zwangläufigen Führung der einzelnen Ablaufgruppen nach den Vorschlägen von Bäseler absieht — wenigstens in ihrer schädlichen Auswirkung auf zwei Wegen zu beseitigen:

1. Verringerung des Unterschiedes der verschiedenen Laufwiderstände bei konstanter Zuführungsgeschwindigkeit durch Versteilung der Ablauframpe, also Erhöhung der Ablaufgeschwindigkeit.

Dieser Weg, den Frölich als erster klar erkannt und durch seine Gleisbremse gangbar gemacht hat, besitzt den unbestreitbaren Vorzug der Einfachheit. Je steiler die Ablauframpe ist, um so weniger treten die Widerstände in ihrer Gesamtwirkung hervor, und um so sicherer kann man damit rechnen, daß die Entfernungen der einzelnen Ablaufgruppen an den Verteilungsweichen groß genug sind, um die Umstellung sicher vornehmen zu können; um so höher kann die durchschnittliche Zuführungsgeschwindigkeit und damit auch die Leistungsfähigkeit des Ablaufberges werden.

Der Nachteil dieser Lösung liegt in den großen Geschwindigkeiten, die zum größten Teil wieder vernichtet werden müssen, sobald die erste Weichenzone durchlaufen ist, und den hierin liegenden Gefahren für Wagen und Ladungen.

2. Anpassung der Zuführungsgeschwindigkeit an die verschiedenen Laufwiderstände.

In die Reihe der hier zu nennenden Mittel gehören als mittelbar wirkend Rangierfunk, optische und akustische Signalübertragung nach der Lokomotive usw., als unmittelbar wirkend Seilablaufanlagen und ferngesteuerte Drucklokomotiven.

Der Vorteil dieser Lösung liegt darin, daß die Neigung der Ablauframpe wesentlich geringer gehalten werden kann als bei 1.

Zweifellos sind auch auf diesem Wege günstige Erfolge zu verzeichnen, namentlich bei den Seilablaufanlagen. Sie werden aber — wie bereits ausgeführt — über ein bestimmtes Maß hinaus nicht gesteigert werden können, weil zur Veränderung der Zuführungsgeschwindigkeit in jedem Falle die ganze Masse des Zuges zu verzögern oder zu beschleunigen ist.

Als Vereinigung von 1. und 2. ist der Ablauf mit Zulaufbremse anzusprechen, bei dem zwar mit Steilrampe gearbeitet, aber auch eine gewisse Regelung der Zuführungsgeschwindigkeit angestrebt wird.

Zu den beiden Verfahren 1. und 2. gehört

3. der veränderliche Ablaufpunkt.

Beim Ablauf mit veränderlichem Ablaufpunkt wird versucht, die Zuführungsgeschwindigkeit bei möglichst geringer Neigung der Ablauframpe so groß als möglich zu machen. Die Vorteile einer nur so weit als unbedingt notwendig geneigten Rampe liegen für den Betriebsmann klar. Allerdings setzt das dritte Verfahren gutes Personal und ein einwandfreies Zusammenarbeiten der beiden zum Abhängen notwendigen Leute voraus.

Ein zahlenmäßiger Vergleich zwischen den genannten drei Verfahren läßt sich auf gleicher Grundlage nicht ziehen, da das Endziel: höchste Leistungsfähigkeit bei größter Wirtschaftlich-

keit und möglicher Schonung von Wagen und Ladungen für jeden Rangierbahnhof anders ist. Es wird immer nur notwendig sein, einem Bahnhof eine seinem augenblicklichen Aufgabenkreis entsprechende Höchstleistungsfähigkeit zu geben.

Hierzu sollte man stets das Verfahren wählen, das bei gleicher Wirtschaftlichkeit Wagen und Ladungen am meisten schont. In dieser Beziehung wird der veränderliche Ablaufpunkt unbedingt mit zu erwägen sein.

Ablaufdynamische Untersuchung des veränderlichen Ablaufpunktes.

Von Reichsbahnbaumeister **Massute**, Dresden.

Hierzu 11 Abbildungen auf den Tafeln 9 bis 11.

Die nachstehenden Ausführungen enthalten ablaufdynamische Untersuchungen über den Hauptablauf auf dem Verschiebebahnhof Dresden-Friedrichstadt, dessen Ablaufgleise im durchgehenden Gefälle liegen und mit einer Seilablaufanlage ausgestattet sind. Durchbildung und Wirkungsweise der dort angewendeten technischen Hilfsmittel sind an anderen Stellen dieses Heftes beschrieben.

Für die Betriebsweise beim Ablauf sind dabei folgende zwei Punkte besonders kennzeichnend:

1. Die ablaufenden Wagen oder Gruppen können erst unmittelbar vor Beginn des freien Ablaufs vom Zuge losgekuppelt werden. Zu den Faktoren, die den Ablauf über Eselsrücken bestimmen, tritt dadurch noch die zum Entkuppeln der Wagen notwendige „Loshängezeit“ t_k und die Geschwindigkeit v_1 , mit der der „Loshänger“ (Gabler) dem ablaufenden Zuge entgegengeht.

2. Der Ablaufpunkt, der auf dem Eselsrücken bei fehlender Gipfelbremse für jede Gruppe entsprechend der Profilgestaltung festliegt, kann beim durchgehenden Gefälle von Gruppe zu Gruppe verändert werden. Dadurch kann die Wagenfolge nicht nur durch Veränderung der Zuführungsgeschwindigkeit, sondern auch noch durch Auf- und Abwärtsverlegen des Ablaufpunktes geregelt werden. Wird der Ablaufpunkt bergwärts verschoben, so verdichtet sich die Wagenfolge. Denn erstens wird für jeden Bahnpunkt die Gefällhöhe und damit auch die Geschwindigkeit der ablaufenden Gruppe vergrößert. Zweitens wird Zeit dadurch gewonnen, daß die Gruppe eher frei abzulaufen beginnt, wobei sie sich rascher als mit der Zuführungsgeschwindigkeit v_0 bewegt. Umgekehrt erweitert sich der Abstand zwischen den ablaufenden Gruppen, wenn man den Ablaufpunkt talwärts rückt. Hierdurch vermindert sich die Gefällhöhe, und außerdem bleibt die Gruppe länger dem gebundenen Ablauf mit der Zuführungsgeschwindigkeit v_0 unterworfen.

Diese Besonderheiten machen es notwendig, außer dem Ablaufpunkt A, an dem sich zu Beginn des freien Ablaufs der Wagen- oder Gruppenschwerpunkt S befindet, noch den „Loshängepunkt“ L in die Betrachtungen einzubeziehen, wo zum gleichen Zeitpunkt das obere Ende der Gruppe ist. Bei gleichbleibendem Ablaufpunkt wandert der Loshängepunkt, sobald die Stärke der ablaufenden Gruppen wechselt. Aus Abb. 1, Taf. 9 geht hervor, daß die Verschiebung des Loshängepunkts von Gruppe zu Gruppe

$$l' = \frac{l_w}{2} (n_2 - n_1) [m]. \quad \dots \quad \text{I)}$$

ist, wenn l_w die Wagenlänge in m, die der Einfachheit halber für alle Wagen gleich angenommen werden soll, und n_1 und n_2 die Anzahl der Wagen in der ersten und zweiten Gruppe bedeuten. Positives Vorzeichen des Ergebnisses gibt eine Verschiebung bergwärts, negatives eine solche talwärts an.

Es sei jetzt auf einige allgemein gültige Beziehungen eingegangen, die zwischen folgenden Größen bestehen: Zuführungsgeschwindigkeit v_0 , Laufgeschwindigkeit des Loshängers v_1 , Loshängezeit t_k , Ablaufpunkt A und Loshängepunkt L.

In Abb. 2, Taf. 9 ist Linie I die Zeitweglinie des Schwerpunkts der ersten von zwei aufeinanderfolgenden Wagengruppen

und A_1 der zugehörige Ablaufpunkt. Für die zweite Gruppe gilt die Zeitweglinie Π_0 mit A_{20} , wenn der Ablaufpunkt sich nicht ändert. Verschiebt er sich nach A_2 , dann tritt an Stelle von Π_0 die Zeitweglinie Π . Die obersten Puffer beider Gruppen, die bis zum Beginn des freien Ablaufs der ersten Gruppe $n_2 \cdot l_w$ Meter voneinander entfernt sind, haben die Zeitweglinien I' und Π_0' bzw. Π' mit den Loshängepunkten L_1 und L_{20} bzw. L_2 . Linie III ist die Zeitweglinie des „Loshängers“.

Zwischen dem Ablauf beider Gruppen vergehen bei gleichbleibendem Ablaufpunkt $T_0 = \left(\frac{n_1 + n_2}{2}\right) \cdot \frac{l_w}{v_0}$ Sek. Durch die

Verschiebung des Ablaufpunkts ändert sich diese Zeit um Δt_1 in $T_0' = t' + t_k$ Sek. t' beginnt in dem Augenblick, wo das Entkuppeln der ersten Wagengruppe beendet ist, und endet, wenn der dem Zuge mit der Geschwindigkeit v_1 m/sec entgegengehende Loshänger den obersten Puffer der mit der Zuführungsgeschwindigkeit v_0 m/sec abwärtsrollenden zweiten Wagengruppe erreicht hat (Punkt E_2). Der Loshänger legt in dieser Zeit den Weg $l_1 = t' \cdot v_1$, der Zug den Weg $l_1' = t' \cdot v_0$ Meter zurück. Beider Summe ergibt $n_2 \cdot l_w$ Meter.

$n_2 \cdot l_w = t' (v_0 + v_1) [m] \dots \dots \dots \text{II)}$
 t_k (Sek.) ist die Loshängezeit, während welcher der Loshänger das Entkuppeln vornimmt und mit der Zuführungsgeschwindigkeit v_0 talwärts neben dem Zuge herläuft. Das Entkuppeln umfaßt folgende Vorgänge: Das Einführen der Gabel (oder des Knüppels) unter den zu lösenden Kupplungsbügel, das Herauswerfen der Kupplung und das Wiederherausziehen der Gabel zwischen den Wagen. Während des Loshängens bewegen sich Zug und Loshänger um die Strecke $l_k = t_k \cdot v_0$ Meter talwärts.

$\Delta l = l_1 - l_k = t' \cdot v_1 - t_k \cdot v_0 [m] \dots \dots \dots \text{III)}$
 ist die Länge, um die die beiden Loshängepunkte gegeneinander verschoben sind. Löst man Gleichung II nach t' auf und setzt den Wert hierfür in Gleichung III ein, so erhält man

$$\Delta l = \frac{n_2 \cdot l_w \cdot v_1}{v_1 + v_0} - t_k \cdot v_0 [m] \dots \dots \dots \text{IV)}$$

Da die Ablaufvorgänge bei der zeichnerischen Darstellung auf die Schwerpunkte der ablaufenden Fahrzeuge bezogen werden, muß noch die zugehörige Verschiebung $\Delta l'$ des Ablaufpunkts ermittelt werden. Sie ist gleich der Wegstrecke $A_1 A_2$. Aus Abb. 2 kann abgelesen werden

$$\begin{aligned} \Delta l' &= \Delta l - l' [m] \dots \dots \dots \text{V)} \\ &= \frac{n_2 \cdot l_w \cdot v_1}{v_1 + v_0} - t_k \cdot v_0 - \frac{l_w}{2} (n_2 - n_1) [m] \dots \dots \text{Va)} \end{aligned}$$

Δl und $\Delta l'$ werden größer, wenn v_1 wächst und wenn t_k und v_0 abnehmen. Änderungen von t_k und v_0 machen sich im Ergebnis stärker geltend als solche von v_1 .

Solange Gruppen gleicher Stärke hintereinander ablaufen, sich also der Abstand zwischen Ablaufpunkt und Loshängepunkt nicht ändert, wird $l' = 0$ und Gleichung V) geht in Gleichung IV) über.

Aus diesen Gleichungen läßt sich berechnen, in welchen Grenzen eine Verschiebung des Ablaufpunkts von Gruppe zu Gruppe möglich ist. Von den vorkommenden Größen ist die durchschnittliche Wagenlänge zu $l_w = 9,30$ m angenommen;

bei der Laufgeschwindigkeit des Loshängers ist mit $v_1 = 1,2$ m/sec gerechnet worden; als Höchstwert kommt etwa $v_1 = 1,5$ m/sec in Betracht. Die Zuführungsgeschwindigkeit v_0 kann bis auf 1,5 m/sec ansteigen, von wo an sich auf Bahnhof Dresden-Friedrichstadt die Bremsen am Seilantrieb selbsttätig einschalten. Als geringste Zeit t_k für das Entkuppeln wurden bei Verwendung von Gabeln 3,0, bei Benutzung von Holzknüppeln 2,5 Sek. beobachtet. Solange die Zeit für das Entkuppeln nicht auf einen Bruchteil einer Sekunde herabgedrückt werden kann — etwa durch Einführung einer selbsttätigen Kupplung —, der Loshänger also einige Zeit neben dem Zuge hergehen muß, darf $v_{0\max}$ nicht größer werden als $v_{1\max}$.

Wenn sich die Geschwindigkeitswerte innerhalb der eben angegebenen Grenzen halten, kann der Ablaufpunkt von einer Gruppe zur nächsten beliebig weit talwärts verlegt werden. In welchem Maße eine Verschiebung bergwärts möglich ist, zeigt Abb. 3, Taf. 9 für verschiedene v_0 und verschiedene Wagenfolgen, wenn mit $t_k = 3,0$ Sek. und $v_1 = 1,2$ m/sec gerechnet wird. Die Zuführungsgeschwindigkeit fällt dabei um so mehr ins Gewicht, je stärker die zweite Gruppe im Verhältnis zur ersten ist. Wie die Abbildung zeigt, kommt es bei hohem v_0 vor, daß sich der Ablaufpunkt gar nicht aufwärts verlegen läßt, sondern daß die zweite Gruppe von einem tiefer gelegenen Punkt abläuft als die erste. Dieser Fall tritt um so eher ein, je größer t_k und je kleiner v_1 ist.

Weiter ist die Frage zu beantworten, wie man bei einem Zugablauf die mögliche oder notwendige Verschiebung des Ablaufpunktes von einer Gruppe zur nächsten ermittelt, wenn beide einen Bahnpunkt P mit einem zeitlichen Kleinstabstand von T_{sp} Sek. erreichen dürfen, der sich nach der Gestaltung von Gleisplan und Längsprofil sowie nach der Betriebsweise richtet.

Gegeben sind in der Textabb. auf S. 48 die auf die Schwerpunkte bezogenen Zeitweglinien $A_{10} P_{10}$ (Linie I₀) und $A_{20} P_{20}$ (Linie II₀) zweier Wagengruppen, die mit der Zuführungsgeschwindigkeit v_0 von einem Ablaufpunkt $A_0 \frac{n_1 + n_2}{2} \frac{l_w}{v_0} = T_0$ Sek. nacheinander ablaufen und bis P die Laufzeiten T_1' und T_2' besitzen.

Bekannt ist ferner die Zeitweglinie $A_1 P_1 Q$ (Linie I) für die erste Gruppe, wenn deren Ablauf in $\Delta l_1'$ m Entfernung von A_0 bei A_1 und mit einer zeitlichen Verschiebung von $\Delta l_1'/v_0$ Sek. gegenüber I₀ beginnt. Die Laufzeit von A_1 bis P ist dann T_1 Sek.

Von der gesuchten Zeitweglinie $A_2 P_2$ (Linie II) für die zweite Gruppe ist der Punkt P_2 gegeben, der T_{sp} Sek. später liegt als P_1 und gegen P_{20} zeitlich um ΔT Sek. verschoben ist:

$$\Delta T = \frac{\Delta l_1'}{v_0} + T_0 + T_2' - (T_1 + T_{sp}) \text{ [Sek.]} \quad \text{VI}$$

Der verlegte Ablaufpunkt A_2 liegt auf der Parallelen zu $A_1 A_{10}$ durch A_{20} . Die Textabb. liefert außerdem die Beziehung

$$T_2' - \Delta T = T_2 - \frac{\Delta l_2'}{v_0} \text{ [Sek.]} \quad \text{VII}$$

Wenn die Laufzeiten T_2 für verschiedene $\Delta l_2'$ ermittelt worden sind, zwischen denen ihr Wachstum mit genügender Genauigkeit als geradlinig angenommen werden darf, können aus Gleichung VII die der bekannten Differenz $T_2' - \Delta T$ zugeordneten Werte für T_2 und $\Delta l_2'$ festgestellt werden. Erweist sich hierbei $\Delta l_2' - \Delta l_1'$ größer als der Grenzwert $\Delta l_1'$ aus Gleichung V, so ist letzterer maßgebend und das zugehörige T_2 zu ermitteln. Es ist dann nicht möglich, durch Verlegen des Ablaufpunktes die kleinstmögliche Wagenfolge herbeizuführen. Eine Verbesserung läßt sich in solchen Fällen noch durch Änderung der Zuführungsgeschwindigkeit von

Gruppe zu Gruppe erreichen. Der Rechnungsgang wird dann aber so verwickelt, daß es zu weit führen würde, auch darauf im Rahmen dieses Aufsatzes näher einzugehen.

Die Ordinaten der Zeitweglinie $A_2 P_2$ können ebenfalls durch Zwischenschaltung aus denen von zwei bekannten gefunden werden.

Von besonderem Interesse ist es, zu erfahren, inwieweit die Leistung des Bahnhofs durch das Arbeiten mit beweglichem Ablaufpunkt gehoben werden kann. Wenn man in diesem Zusammenhang einmal die Zahl der innerhalb eines bestimmten Zeitraums abgelaufenen Züge als Maßstab der Leistung wählt, ergibt sich die Fragestellung: Um welche Zeit läßt sich der Ablauf eines Zuges durch Anwendung des beweglichen Ablaufpunktes verkürzen? oder: wieviel früher als sonst steht die Ablaufmannschaft zur Verfügung, um den nächsten Zug ablaufen zu lassen?

1. Es sei zunächst einmal angenommen, daß ein Zug von einem gleichbleibenden Ablaufpunkt mit einer Zuführungsgeschwindigkeit v_0 m/sec abläuft, die so groß ist, daß auch die ungünstigsten Wagenfolgen störungslos möglich sind. Bei allen weniger ungünstigen Wagenfolgen treten dann Folgezeiten auf, die größer sind als die kleinstmöglichen, und der Ablauf des Zuges wird unnötig verlängert. Es könnte also in allen diesen Fällen eine Verdichtung der Wagenfolge eintreten. Beim Ablauf eines Zuges von Σl_w m Länge wird unter dieser Voraussetzung bei durchgehendem Gefälle die Ablaufmannschaft

$$T_{A_1} = \frac{\Sigma l_w + \Sigma l' - n_1 \cdot l_w}{v_0} + t_k \quad \text{VIII}$$

Sekunden in Anspruch genommen.

2. Wenn der Zug statt mit v_0 mit der höheren Zuführungsgeschwindigkeit v_0' abläuft, so sind bei gleichbleibendem Ablaufpunkt die bei v_0 gerade noch möglichen ungünstigsten Wagenfolgen nicht mehr möglich. Dem läßt sich dadurch abhelfen, daß man in diesen Fällen den Ablaufpunkt entsprechend talwärts rückt. Andererseits werden auch beim Ablauf mit v_0' noch zu große Zwischenzeiten vorkommen, die eine Aufwärtsverschiebung des Ablaufpunktes zulassen. Je nachdem nun der Loshängepunkt L_n des letzten Wagens oberhalb oder unterhalb desjenigen für den ersten Wagen (L_1) liegt, ist die Zeitersparnis beim Ablauf des Zuges

$$\Delta t_a = \frac{(\Sigma l_w - n_1 \cdot l_w) (v_0' - v_0)}{v_0 \cdot v_0'} \pm \frac{\Sigma \Delta l}{v_0'} \quad \text{IXa}$$

Sekunden und die gesamte Ablaufzeit

$$T_{a_2} = T_{a_1} - \left(\frac{(\Sigma l_w - n_1 \cdot l_w) (v_0' - v_0)}{v_0 \cdot v_0'} \pm \frac{\Sigma \Delta l}{v_0'} \right) \quad \text{IX}$$

Sekunden.

Von welcher Größenordnung die Zeitgewinne sind, wird an dem weiter unten durchgeführten Beispiel gezeigt.

Im folgenden soll der Wagenablauf auf dem Verschiebepunkt Dresden-Friedrichstadt im besonderen behandelt werden. Die Berechnungen sind für Abläufe aus Gleis 3 aufgestellt worden (vergl. Abb. 4a—d, Taf. 10), und zwar werden die Bewegungen auf dem Laufwege über den krummen Strang der Weiche 711 bis zur Hemmschuhgleisbremse oberhalb der Weiche 713 näher untersucht. Durch Aufschreibungen wurde ermittelt, daß die Wagen durchschnittlich 27 m oberhalb des Gefällbrechpunktes 1:100/1:80 frei abzulaufen beginnen, so daß sie auf dem angegebenen Wege zunächst 27 m in der Neigung 1:100, dann 130,4 m im Gefälle 1:80 und schließlich 56 m in der Neigung 1:110 zurücklegen. Es sind dabei drei Fälle zu unterscheiden, je nachdem zwei aufeinander folgende Gruppen sich an der Spitze der Weiche 711 oder an der Spitze der Weiche 703 trennen oder über die Hemmschuhgleisbremse hinaus den gleichen Weg haben. Im ersten Falle muß ent-

sprechend der Anlage der automatischen Weichenstellung die letzte Achse der ersten Gruppe die 18 m lange Isolierstrecke I bei Weiche 711 verlassen haben, ehe die erste Achse der zweiten Gruppe am oberen Ende derselben ankommen darf. Im zweiten Falle gilt dies sinngemäß für die 12 m lange Isolierstrecke II bei Weiche 703. Im dritten Fall muß in der Hemmschuhgleisbremse ein Hemmschuh vor der zweiten Gruppe noch so ausgelegt werden können, daß die erste Gruppe bis zur nächsten Hemmschuhgleisbremse nicht eingeholt wird. Nach zahlreichen Beobachtungen ist diese Forderung als erfüllt anzusehen, wenn die erste Achse der zweiten Gruppe 26 m oberhalb der Auswurfstelle für den Hemmschuh mindestens 10 Sek. später eintrifft als die erste Achse der ersten Gruppe 6 m oberhalb dieses Punktes.

Als Grundlage für die folgenden Rechnungen dienen die in der Abb. 4b, Taf. 10 aufgetragenen Geschwindigkeitshöhenlinien, die nach dem Verfahren von Prof. Dr. Ing.

| Lfd. Nr. | Wagenzahl und Gattung | G _w [t] | w ₀ [kg/t] | F ₀ + ΔF [m ²] |
|----------|-----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| 1 | 1 leerer G | 9 | 4,5 | 7,0 |
| 2 | 1 leerer G | 9 | 3,8 | 7,0 |
| 3 | 1 beladener O | 30 | 2,6 | 4,5 |
| 4 | 2 beladene O | 60 | 2,3 | 5,4 |
| 5 | 3 leere G | 27 | 3,5 | 9,1 |

Bei 2 und 3 sind die im Oktober 1929 von der Reichsbahndirektion Essen veröffentlichten berichtigten w₀-Werte verwendet, diejenigen unter 4 und 5 sind danach durch Verminderung der Frölichschen Zahlen errechnet. Bei 1 ist der alte w₀-Wert benutzt, da in Dresden-Friedrichstadt häufig Fremdwagen vorkommen, die so hohe und noch höhere Laufwiderstände besitzen. Den Werten F₀ + ΔF liegen die Angaben in Foersters Taschenbuch für Bauingenieure, 5. Aufl., S. 1197 zugrunde. Damit sind dann nach der Formel

$$w = w_0 + \frac{F_0 + \Delta F}{15 G_w} \cdot v_r^2 \text{ [kg/t]}$$

die Widerstandslinien gezeichnet, die zum Auftragen der Geschwindigkeitshöhenlinien gedient haben. v_r ist die Relativgeschwindigkeit zwischen den Fahrzeugen und der sie umgebenden Luft in m/sec. Die Unterteilung des Laufwegs in der Längsrichtung ist aus Abb. 4a, Taf. 10 zu ersehen.

Für Abläufe mit anderen Zuführungsgeschwindigkeiten und von anderen Punkten als dem mittleren Ablaufpunkt sind die Geschwindigkeitshöhenlinien angenähert als Parallelen zu denen in Abb. 4b, Taf. 10 behandelt worden, da sich die Abweichungen von den genauen Linien als ganz geringfügig erwiesen. Am talseitigen Ende der Rechnungsstrecke betragen nämlich die Geschwindigkeitsunterschiede im ungünstigsten Falle, d. h. bei einem leeren G-Wagen, 0,20 m/sec, wenn die Zuführungsgeschwindigkeit bei gleichbleibendem Ablaufpunkt von 0,40 auf 1,40 m/sec erhöht wird und 0,40 m/sec, wenn man bei gleichbleibender Zuführungsgeschwindigkeit den Ablaufpunkt von der mittleren Lage aus 40 m aufwärts verschiebt.

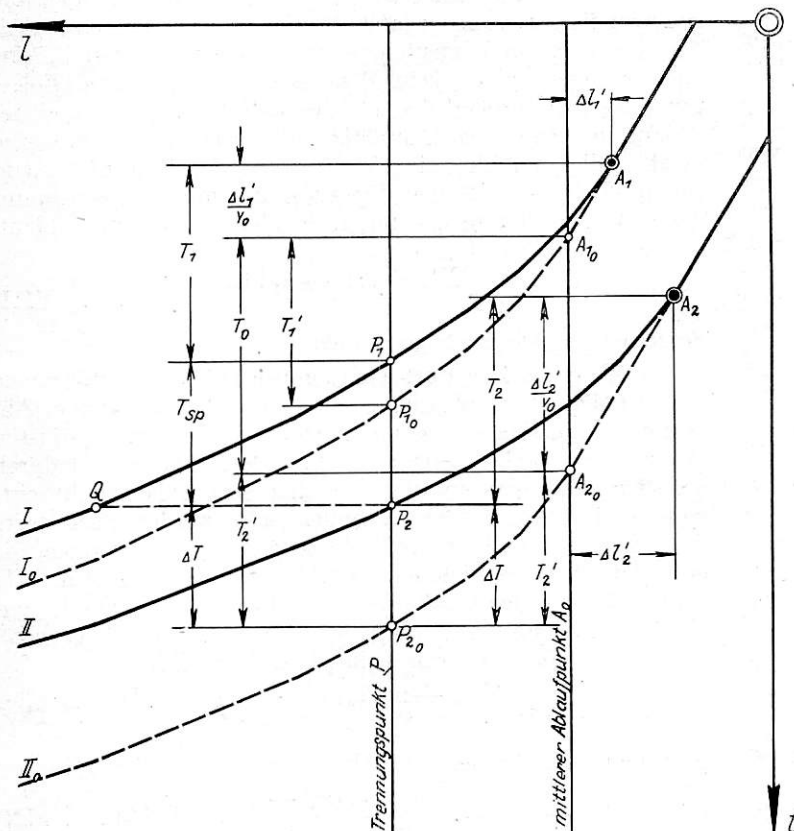
Durch die Annäherung wird lediglich die Änderung desjenigen Anteils an den Widerstandswerten vernachlässigt, der vom Luftwiderstand herrührt. Sie macht im ersten Falle 0,1‰, im zweiten 0,2‰ aus. Die Abweichungen der angenäherten Werte von den genauen bleiben für die Laufzeiten bis zum Ende der Rechnungsstrecke stets unter 0,2‰.

Im Hinblick auf den Genauigkeitsgrad der dem Verfahren im übrigen zugrunde liegenden Werte sind die auftretenden Fehler wohl als unbedenklich zu bezeichnen.

Für die aufgeführten Wagengruppen wurden die Geschwindigkeitshöhen, Geschwindigkeiten und Laufzeiten für v₀ = 0,40 bis 1,40 m/sec von 0,20 zu 0,20 m/sec und für eine Aufwärtsverschiebung des Ablaufpunkts bis zu 45 m von 5 zu 5 m in Tabellen zusammengestellt, die nicht mit abgedruckt sind. Zwischenwerte wurden durch geradlinige Zwischenschaltung errechnet, da sich auch hierfür die Unterschiede gegenüber den genauen Werten als ganz verschwindend herausstellten.

Diese Unterlagen gestatten es, die Ablaufanlage nach verschiedenen Gesichtspunkten zu untersuchen.

Als Beispiel werden zunächst die Mindestzeitabstände für mehrere Wagenfolgen, Zuführungsgeschwindigkeiten und Bahnpunkte gebracht, und zwar unter der Voraussetzung, daß alle Abläufe am mittleren Ablaufpunkt beginnen. Diesen sind



Wilhelm Müller*) konstruiert wurden. Sie gelten für Wagen und Gruppen, die mit v₀ = 0,6 m/sec vom mittleren Ablaufpunkt bei Windstille und normaler Temperatur frei abzulaufen beginnen. Die Abnahme des Laufwiderstands mit der Laufweite ist unberücksichtigt geblieben. Da nach den für die Reichsbahndirektion Dresden geltenden Vorschriften höchstens zwei beladene oder drei leere Wagen ohne besetzte Bremse ablaufen dürfen, kann sich die Darstellung auf folgende Fälle beschränken:

*) Vergl. „Das Maß der Abbremsung bei kleinster Wagenfolgezeit“ von Prof. Dr. Ing. Wilhelm Müller, Dresden, Verkehrstechn. Woche, Heft 38, 1928, S. 501.

Während der Bearbeitung dieses Aufsatzes ist die in Abb. 5, Taf. 10 wiedergegebene Rechentafel zur Ermittlung der Ablaufbewegung der Eisenbahnwagen und der Arbeit in den Gleisbremsen von Prof. Dr. Ing. W. Müller erschienen, deren Aufbau und Anwendung in Heft 44, 1930 der Verkehrstechnischen Woche auf S. 648 ff. beschrieben ist. Eine Anzahl für meine Untersuchungen notwendiger Kontrollrechnungen habe ich nach diesem Verfahren durchgeführt, das ein sehr rasches Arbeiten gestattet.

die Folgezeiten T_0 gegenübergestellt, die sich am Ablaufpunkt aus der Zuführungsgeschwindigkeit nach der Beziehung $T_0 = \frac{n_1 + n_2}{2} \cdot \frac{l_w}{v_0}$ Sek. ergeben.

Für das obere Ende einer Sperrstrecke, auf der sich zur selben Zeit nur Fahrzeuge einer Gruppe befinden dürfen, ist die Gruppenfolgezeit allgemein $T_0 = t_1 + \Delta t$ Sek. Hierbei ist t_1 die Zeit, nach welcher die erste Gruppe die Sperrstrecke für die zweite freigibt und Δt der Laufzeitunterschied beider Gruppen vom mittleren Ablaufpunkt bis zu der Stelle, wo sich der Schwerpunkt der zweiten Gruppe befindet, wenn deren erste Achse die Sperrstrecke erreicht. In dem Sonderfall, wo zwei gleichstarke Gruppen mit gleichem Widerstand aufeinanderfolgen, ist t_1 gleichzeitig der Wert für T_0 , da dann $\Delta t = 0$ wird.

Für die Vorgänge in einer Hemmschuhgleisbremse kann der Abstand zwischen den Auflegestellen der beiden Hemmschuhe als Sperrstrecke angesehen werden, wobei zu t_1 die zum Auslegen des zweiten Hemmschuhs notwendige Zwischenzeit hinzuzuzählen und außerdem zu beachten ist, daß sich der Schwerpunkt der ersten Gruppe beim Auflaufen auf den Hemmschuh ebenso weit innerhalb der Sperrstrecke befindet, wie er außerhalb derselben liegen müßte, wenn es sich um die Freigabe einer isolierten Strecke handelte.

In den Abb. 6 bis 8, Taf. 9 sind die Mindestwagenfolgezeiten von Einzelwagen verschiedenen Widerstandes an den Verteilungsweichen 711 (Isolierstrecke I) und 703 (Isolierstrecke II) und in der Hemmschuhgleisbremse oberhalb der Weiche 713 sowie auch die T_0 -Werte am Ablaufpunkt aufgetragen.

Die Abb. 6 und 7, Taf. 9 lehren, daß an den Verteilungsweichen 711 und 703 nur die ungünstigste Wagenfolge (Gutläufer hinter Schlechtläufer) der besonderen Aufmerksamkeit des „Verteilers“ am Ablaufpunkt bedarf. Übrigens liegen hier die Werte für beide Stellen des Laufwegs sehr dicht beieinander, da sich für die Isolierstrecke II die Verminderungen von t_1 und die Vergrößerungen von Δt gegenüber den Größen für die Isolierstrecke I fast die Waage halten. Für den Verteiler ist dies insofern sehr vorteilhaft, als er die Wagen bis zu beiden Verteilungsweichen ganz gleichmäßig behandeln kann. Bei der Aufeinanderfolge von Wagen gleichen Widerstands und der Wagenfolge „Schlechtläufer hinter Gutläufer“ sind bei den vorkommenden Zuführungsgeschwindigkeiten ohnehin stets ausreichende Abstände vorhanden.

Weit ungünstiger liegen die Verhältnisse bei der Hemmschuhbremse oberhalb der Weiche 713. Hier müssen, wie aus Abb. 8, Taf. 9 hervorgeht, erheblich größere Abstände zwischen den Wagen gehalten werden als an den beiden Verteilungsweichen. Zudem muß der Verteiler noch mit größeren Sicherheitszwischenräumen arbeiten, da sich Fehler in der Abschätzung der Wagenlaufwiderstände auf dem weiten Laufweg bis zur Gleisbremse stärker auswirken als auf dem kürzeren bis zu den Verteilungsweichen.

Ferner ist festzustellen, daß sich mit zunehmender Gruppenstärke die Bedingungen für den Ablauf verbessern. Denn da die Geschwindigkeit der ablaufenden Fahrzeuge auf der Ablauframpe mit der Entfernung vom Ablaufpunkt ständig zunimmt, wachsen hierbei die Werte für $T_0 = \frac{n_1 + n_2}{2} \cdot \frac{l_w}{v_0}$ am Ablaufpunkt stärker als die zugehörigen $T_0 = t_1 + \Delta t$ auf dem Laufwege.

Ein Beispiel hierfür liefert der Vergleich der Abb. 6 mit Abb. 9, Taf. 9, wo die Mindestfolgezeiten für die Verteilungsweiche 711 für den Fall aufgetragen sind, daß Einzelwagen und Zweiwagengruppen miteinander abwechseln.

Weiter wurde aus den aufgestellten Tabellen ermittelt, welchen Einfluß die Verschiebung des Ablaufpunkts auf die Wagenfolgezeiten hat.

In Abb. 10, Taf. 9 ist dies für die Wagenfolge „Gutläufer (O mit $w_0 = 2,6$ kg/t) hinter Schlechtläufer“ (G mit $w_0 = 4,5$ kg/t) an der Verteilungsweiche 711 unter der Voraussetzung dargestellt, daß die Wagen stets mit $v_0 = 0,6$ m/sec abzulaufen beginnen und der Ablaufpunkt von der mittleren Lage aus bis zu 45 m bergwärts verschoben wird.

Wie bereits in der Einleitung auseinandergesetzt ist, sind für jeden Bahnpunkt die Geschwindigkeiten der Fahrzeuge desto größer, je höher der Ablaufpunkt liegt. Dementsprechend verkleinern sich die Besetzungszeiten t_1 für irgendwelche Sperrstrecken. Im vorliegenden Falle ist jedoch die hieraus folgende Verminderung der Wagenfolgezeiten wesentlich kleiner als die Vergrößerung, die durch das Anwachsen der Δt -Werte hervorgerufen wird. Immerhin liegt erst etwa bei einer Aufwärtsverlegung des Ablaufpunkts um 52 m derjenige Grenzwert, bei dem die sich am Ablaufpunkt aus der Zuführungsgeschwindigkeit ergebenden Wagenabstände zu knapp werden, um einen fehlerfreien Ablauf an der Verteilungsweiche 711 zu gewährleisten.

Zum Schluß wird als Beispiel der Ablauf eines Zuges einmal bei festem und ein zweites Mal bei beweglichem Ablaufpunkt durch Zeitweglinien veranschaulicht. Aus den Spalten 1 bis 7 der nachstehenden Aufstellung ist die Zusammensetzung des Zuges, der aus zehn Gruppen mit 13 Wagen von $\Sigma l_w = 120,9$ m Länge besteht, nach Gruppenstärken, Wagengattungen, Wangengewichten, Laufwiderständen und den von den aufeinanderfolgenden Wagengruppen gemeinsam benützten Laufwegen zu erkennen.

Die Längsunterteilung des Gleisplans ist, soweit nötig, gegenüber derjenigen bei der Darstellung der Geschwindigkeitshöhenlinien (Abb. 4b, Taf. 10) durch die Punkte ergänzt, die bei den verschiedenen Wagenfolgen für die Ermittlung der kleinsten Folgezeiten an den Verteilungsweichen oder in der Gleisbremse maßgebend sind. Die kleinsten Folgezeiten sind in allen Fällen um einen Zuschlag von 2 Sek. erhöht worden, um die Zeitberechnungen den tatsächlichen Bedingungen möglichst weitgehend anzupassen. Denn der „Verteiler“ kann beim Ablauf nur die Laufwiderstände der bereits abgerollten Fahrzeuge zutreffend beurteilen, während er diejenigen der noch mit dem Zuge gekuppelten Fahrzeuge schätzen muß. Die darüber hinausgehenden Zwischenzeiten sind besonders gekennzeichnet worden.

In Abb. 11a, Taf. 11 ist der Ablaufvorgang unter der Voraussetzung dargestellt, daß alle Gruppen mit $v_0 = 0,6$ m/sec vom mittleren Ablaufpunkt ablaufen. Die angemessene Zuführungsgeschwindigkeit bildete auf dem Bahnhof Dresden-Friedrichstadt bis zur Neuordnung des Ablaufbetriebs im Jahre 1926 die Regel und liegt etwa 0,2 m/sec unter der jetzt üblichen. Für das Beispiel ist es jedenfalls der größeren Klarheit wegen erwünscht, von einem Falle auszugehen, wo alle vorkommenden Wagenfolgen störungslos möglich sind.

Für zwei Einzelwagen mit $l_w = 9,30$ m ist die Folgezeit am Ablaufpunkt $T_0 = \frac{9,30}{0,6} = 15,5$ Sek., für den Wechsel

zwischen Einzelwagen und Zweiwagengruppen entsprechend 23,3 und für die Folge von Einzelwagen und Gruppen aus drei Wagen 31,0 Sek. Hieraus ergeben sich die am mittleren Ablaufpunkt angegebenen Zeiten für den Übergang vom gebundenen zum freien Ablauf. Der letzte Wagen wird 186,0 Sek. später losgehängt als der erste. Zählt man dazu die für das Entkuppeln des ersten Wagens vor Ablaufbeginn notwendigen 3,0 Sek. = t_k , so wird die Gesamtzeit, während welcher die Ablaufmannschaft durch den Ablauf des Zuges in Anspruch genommen ist, 189,0 Sek., wie sich auch aus Gleichung VIII) ergeben würde. Die Ordinaten der Zeitweglinien für den freien Ablauf sind den aufgestellten Zahlentafeln entnommen. Die Darstellung zeigt, daß die

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------------------------|----------------|-------------------|---|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|--|
| Lfd. Nr. der Gruppe | Wagen- zahl | Wagen- gattung | Wagen- gewicht G _w [t] | w ₀ [kg/t] | Lfd. Nr. der Gruppen- folge | Gemeinsamer Laufweg bis | Verlorene Zwischenzeiten bei v ₀ = 0,6 m/sec und festem Ablauf- punkt [Sek.] | Verlorene Zwischenzeiten bei v ₀ = 0,8 m/sec und beweglichem Ablaufpunkt [Sek.] |
| 1 | 1 | G | 9 | 4,5 | I | Weiche 711 | 0,0 | 0,0 |
| 2 | 1 | O | 30 | 2,6 | II | Hinter die Hemmschuh- gleisbremse | 7,4 | 0,0 |
| 3 | 1 | G | 9 | 3,8 | III | Weiche 711 | 8,6 | 0,0 |
| 4 | 2 | O | 60 | 2,3 | IV | Weiche 711 | 23,6 | 9,9 |
| 5 | 1 | G | 9 | 4,5 | V | Weiche 703 | 9,6 | 2,8 |
| 6 | 1 | G | 9 | 4,5 | VI | Weiche 703 | 0,2 | 0,0 |
| 7 | 1 | O | 30 | 2,6 | VII | Hinter die Hemmschuh- gleisbremse | -0,0 | 0,0 |
| 8 | 1 | O | 30 | 2,6 | VIII | Weiche 703 | 28,4 | 15,7 |
| 9 | 3 | G | 27 | 3,5 | IX | Weiche 711 | 25,0 | 5,8 |
| 10 | 1 | G | 9 | 4,5 | | | 102,8 | 34,2 |

Folgezeiten I, VI und VII dicht bei den Mindestwerten liegen, während in den übrigen Fällen ungenützte Zwischenzeiten auftreten, die besonders vor und hinter Gruppen aus mehreren Wagen recht erhebliche Werte annehmen. Wenn man diese Zwischenzeiten zusammenzählt (s. Spalte 8 der Aufstellung), so erhält man eine Gesamtzeit von 102,8 Sek., um die der Ablauf im günstigsten Falle verkürzt werden könnte.

Abb. 11b, Taf. 11 stellt den Ablauf des gleichen Zuges dar, wenn die Zuführungsgeschwindigkeit auf v₀ = 0,8 m/sec erhöht und der Ablaufpunkt beweglich wird. Blicke der Ablaufpunkt fest, so würden die Folgezeiten T₀ für zwei Einzelwagen 9,3 = 11,6, für Einzelwagen und Gruppen von zwei Wagen 17,4 0,8 und für Einzelwagen und Gruppen von drei Wagen 23,3 Sek. Zunächst werden die Zeitweglinien für den gebundenen Ablauf mit v₀ = 0,8 m/sec mit Hilfe dieser Werte eingezeichnet, da auf ihnen ja auch die neuen Ablaufzeiten und -punkte liegen. Die v₀/l-Linie für die zehnte Gruppe trifft den mittleren Ablaufpunkt bei 139,5 Sek.

Die erste Gruppe läuft vom mittleren Ablaufpunkt ab. Die Ermittlung der weiteren Ablaufpunkte geschieht mit den Gleichungen VI) und VII). Für den Ablaufpunkt der Gruppe 2 ergibt sich dabei folgendes: In der Gleichung VI)

$$\Delta T = \frac{\Delta l_1'}{v_0} + T_0 + T_2' - (T_1 + T_{sp}) \text{ [sec]}$$

wird $\frac{\Delta l_1'}{v_0} = 0$, da die erste Gruppe ihren Ablauf am mittleren Ablaufpunkt beginnt. T₀ ist, da sowohl die erste als auch die zweite Gruppe aus einem Wagen besteht, 11,6 Sekunden. T₂', die Laufzeit des vom mittleren Ablaufpunkt ablaufenden zweiten Wagens bis zum Punkt VI' wird aus der aufgestellten Tabelle zu 43,6 Sek. abgelesen, T₁ + T_{sp}, das ist die Laufzeit des ersten Wagens bis zum Punkt VII' zuzüglich 2 Sek. Zuschlag, beträgt nach der Abbildung 56,1 + 2,0 = 58,1 Sek. Somit ist

$$\Delta T = 0,0 + 11,6 + 43,6 - 58,1 = -2,9 \text{ Sek.}$$

d. h. der zweite Wagen würde, wenn er vom mittleren Ablaufpunkt abliefe, 2,9 Sek. zu früh am Punkte VI' eintreffen. Der Ablaufpunkt muß daher talwärts verlegt werden.

In der Gleichung VII)

$$T_2' - \Delta T = T_2 - \frac{\Delta l_2'}{v_0} \text{ [Sek.]}$$

wird die rechte Seite nach der Tabelle 43,6 Sek., wenn der freie Ablauf am mittleren Ablaufpunkt beginnt und 42,2 + 6,3 = 48,5 Sek., wenn dies 5 m unterhalb geschieht. Der dazwischenliegende Wert für die linke Seite der Gleichung 43,6 + 2,9 = 46,5 Sek. ist erfüllt, wenn der Ablaufpunkt 3,0 m talwärts verlegt, d. h. $\Delta l_2' = -3,0$ m wird.

In der gleichen Weise werden die Ablaufpunkte der übrigen Gruppen festgestellt. Wie die Darstellung zeigt, gelingt, es bei den Gruppenfolgen I, II, III, VI und VII, die ungenützten Zwischenzeiten vollkommen verschwinden zu lassen. Bei den Gruppenfolgen IV, V, VIII und IX ist nur eine starke Verminderung erreichbar, da in diesen Fällen die zur restlosen Beseitigung der Zwischenzeiten notwendige Aufwärtsverlegung des Ablaufpunkts die nach Gleichung V möglichen Maße überschreitet. Um dies deutlich hervortreten zu lassen, ist in Abb. 11b, Taf. 11 auch die Zeitweglinie für den Loshänger eingezeichnet. An verlorenen Zwischenzeiten verbleiben nach Spalte 9 der Aufstellung noch 34,2 Sek.

Da sich der Schwerpunkt der zehnten Gruppe im Augenblick des Loshängens 24,6 m oberhalb des mittleren Ablaufpunkts befindet, ergibt sich gegenüber dem in Abb. 11a, Taf. 11 dargestellten Fall nach Gleichung IXa) ein Zeitgewinn von

$$\Delta t_a = \frac{(120,9 - 1,0 \cdot 9,3)(0,8 - 0,6)}{0,6 \cdot 0,8} + \frac{24,6}{0,8} = 77,3 \text{ Sek.}$$

Die Ablaufmannschaft ist in diesem Fall 189,0 - 77,3 = 111,7 Sek. mit dem Ablauf des Zuges beschäftigt [vergl. Gleichung IX)].

Selbst wenn die in diesem Beispiel errechneten Zeitersparnisse in der Wirklichkeit nicht ganz erreicht werden und in anderen Fällen kleiner ausfallen, so zeigt ihre Größenordnung doch, daß das Arbeiten mit beweglichem Ablaufpunkt überall da als Hilfsmittel zum Ausgleich der Laufzeitunterschiede und zur Beschleunigung des Ablaufgeschäfts in Betracht kommt, wo dieses unter den gleichen oder ähnlichen Voraussetzungen wie auf dem Verschiebehnhof Dresden-Friedrichstadt vor sich geht.

Die selbsttätige Weichenstellanlage im Ablaufbetrieb. 1. Teil.

Zustand vor der Rationalisierung. Grundlage für die selbsttätige Weichenstellanlage. Erfahrungen.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Frohne, Dresden.

A. Zustand vor der Rationalisierung.

Aus der Kostenzusammenstellung für die Hauptzerlegung*) ist der hohe Anteil der Kosten zu ersehen, die das Stellen der beim Ablauf berührten Weichen verursacht. Die Notwendigkeit einer Verminderung war klar, die Durchführung jedoch verhältnismäßig schwierig.

Ein Blick auf den Lageplan Abb. 1 läßt den Zustand vor der Rationalisierung erkennen. Die eine Weiche der ersten und die zwei Weichen der zweiten Zone, die bei jedem Ablauf zu stellen waren, wurden durch besondere Wärter bedient; die Stellhebel befanden sich unmittelbar neben den Zungenspitzen dieser Weichen. Die Weichen der weiteren Zonen (von der dritten an), die in langen Randweichenstraßen hintereinanderliegen, waren gruppenweise zu Stellereibereichen

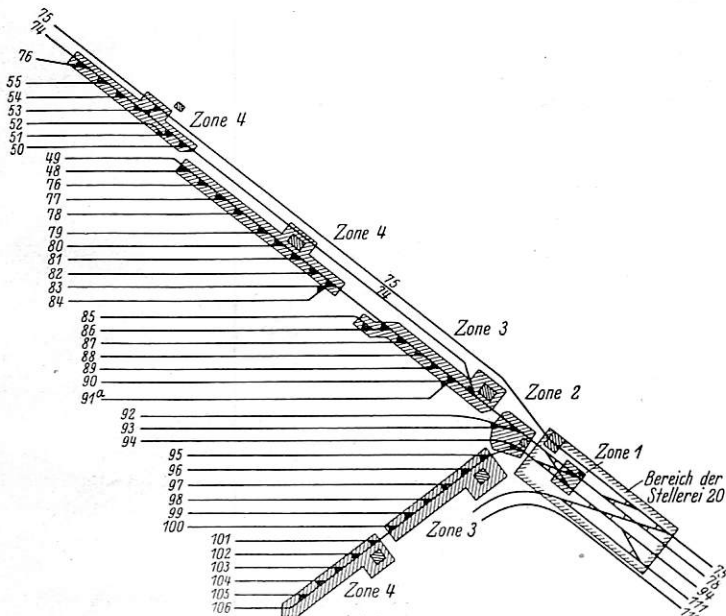


Abb. 1.

zusammengefaßt. Das Stellwerk stand jeweils in der Nähe der ersten Weiche, so daß die Wärter die Wagen sowohl beim Zulauf als auch beim Weiterlauf gut verfolgen konnten. Irgendwelche technischen Einrichtungen, dem Wärter das einzustellende Richtungsgleis anzuzeigen, waren nicht vorhanden. Die Weichenwärter und die bei jeder Gleisgruppe befindlichen Bremserposten erhielten die erforderlichen Angaben von der Ablaufmannschaft durch Zuruf oder Winksignale**). Der Bremserposten überzeugte sich in Zweifelsfällen an der Wagenbezettelung von der Richtigkeit der Meldung. Diese primitive Art der Signalisierung war bei den verhältnismäßig geringen Leistungen vor der Rationalisierung ausreichend, da die Züge auf dem Ablaufberg nicht endgültig, sondern nur nach sechs Hauptgruppen zerlegt wurden. Die Zahl der Fehlläufer war dabei trotz der großen Zahl von Verkehrsbeziehungen nicht einmal übermäßig groß.

Mit steigenden Leistungen wurde eine bessere Befehlsübermittlung an die Ablaufstellereien notwendig. Diese war durch das Rangierzettelverfahren ohne weiteres gegeben, und es sind trotz einer dreistündigen durchgehenden Betriebspause Tagesleistungen des Ablaufberges von 4305 Wagen bei 3648

*) Vergl. Verf. „Betriebswissenschaftliche Untersuchungen“ in diesem Heft, S. 4.

***) Vergl. Verf. „Der Ablauf mit Rangierzettel“ in diesem Heft, S. 36.

Ablaufgruppen vollkommen einwandfrei bewältigt worden; dies würde bei einer 24stündigen Betriebszeit einer Leistung von 4920 Wagen bei 4169 Ablaufgruppen entsprechen.

Die Anregungen zur Änderung der bestehenden Verhältnisse in bezug auf das Stellen der Weichen sind also nicht von der Forderung nach Steigerung der Leistungen, sondern lediglich von der Forderung nach einer Verminderung der Personalkosten ausgegangen.

B. Wege zur Verringerung der Personalkosten.

Zur Verminderung der Personalkosten wurden vier Wege untersucht, und zwar:

1. Vergrößerung der Stellereibezirke.

Hierbei waren zwei Gruppen von Weichen zu unterscheiden. Die Hauptverteilungsweichen der ersten und zweiten Zone wieder — wie früher — zu vereinigen, wäre ein Rückschritt gewesen. Die Wagenfolge, die durch Aufnahmen mit der Betriebschauuhr längere Zeit hindurch festgestellt wurde, ergab sich bei starkem Verkehr häufig als so dicht, daß der eine Wärter dann gleichzeitig Betriebsvorgänge in der ersten und in der zweiten Weichenzone zu beobachten gehabt hätte. Dies wäre bei Beibehaltung der bisherigen durchschnittlichen Wagenfolgezeit ohne Unfälle und Fehlläufer nicht abgegangen.

Bei den Stellereibezirken der langen Randweichenstraßen wäre zwar eine Vergrößerung an sich denkbar gewesen; es stellte sich aber als unmöglich heraus, mit einem Stellwerk auf jeder Seite auszukommen, so daß eine Personalverminderung auf diesem Wege nicht zu erreichen war.

2. Auslastung der Weichenwärter durch Zuteilung weiterer Aufgaben.

Durch Arbeits- und Zeitstudien wurde festgestellt, daß eine Zuteilung von Nebenaufgaben nur an die Wärter der dritten Zone und der folgenden, nicht aber an die der ersten und zweiten Zone möglich war, da diese bei dem ununterbrochenen Ablauf genügend ausgelastet waren. Als Nebenaufgaben, durch die eine Personalsparnis hätte eintreten können, waren vorhanden: Das Begleiten von Gruppen nach den Richtungsgleisen und das Abbremsen der Wagen an den Hemmschuhgleisbremsen. Die Untersuchungen ergaben, daß das Begleiten von Gruppen als Nebenaufgabe nicht in Frage kam, da im Gegensatz zum Flachbahnhof die Zwischenzeiten beim Gleiswechsel sehr kurz und die von den Gruppenbegleitern zurückzulegenden Wege in den meisten Fällen sehr lang sind. Für eine Personalsparnis kam also nur die Auslastung der Weichenwärter durch Zuteilen des Abbremsens der einzelnen Wagen (Zwischenhemmung) in Betracht. Voraussetzung hierbei war jedoch der Ersatz der einfachen Hemmschuhgleisbremsen durch fernbedienbare Hemmschuhgleisbremsen oder mechanische Bremsen. Da es eine fernbedienbare Hemmschuhgleisbremse deutscher Bauart nicht gab und auch die französischen Hemmschuhbremsen für die Verhältnisse in Dresden-Friedrichstadt nicht in Frage kamen*), wäre nur eine mechanische Bremse und von diesen — im Jahre 1926 — als einzig praktisch bewährte Form die Bauart der Thyssenhütte in Betracht gekommen. Eine ausreichende Verzinsung und Tilgung der Anlagekosten wäre jedoch in diesem Falle nicht zu erzielen gewesen, da immer nur ein Posten (= 3 Mann) bei jeder Bremse gespart worden wäre. Hierzu kam noch ein durch die örtlichen Verhältnisse bedingter Grund. Die

*) Vergl. Verf. „Beitrag zur Frage der selbsttätigen Hemmschuhbremsen“ im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Heft 13 vom 1. Juli 1929.

Ablaufstellwerke, die fast 35 Jahre im Betrieb standen, hätten in nächster Zeit ausgewechselt werden müssen. Es erschien deshalb zweckmäßiger, eine Lösung zu wählen, bei der eine Verminderung der Personalkosten nicht durch eine Änderung der Bremsen, sondern durch eine andere Ausbildung der Stellwerke erreicht wurde.

3. Vollselbsttätige Weichenstellung.

Gegen diese Lösung sprachen zwei Gründe. Einmal war eine vollselbsttätige Weichenstellung in einem solchen Umfange, wie sie für Dresden-Friedrichstadt erforderlich gewesen wäre, noch nicht ausgeführt worden, so daß Urteile über die Betriebstüchtigkeit einer derartigen Anlage nicht vorlagen, zum anderen wären die Kosten außerordentlich hoch geworden.

4. Teilweise selbsttätige Weichenstellung unter Heranziehen der Wärter der Hemmschuhgleisbremsen.

Diese Lösung wurde schließlich zur Ausführung gewählt.

C. Aufbau der selbsttätigen Weichenstellanlage.

Nach dem Vorhergehenden ergaben sich folgende Richtlinien:

1. Die Weichen der ersten und zweiten Zone werden zu einem Teilsystem selbsttätiger Weichenstellung zusammengefaßt, das von einem besonderen Wärter bedient wird.
2. Die Ablaufstellwerke der dritten Zone und der folgenden werden durch Teilsysteme selbsttätiger Weichenstellung ersetzt, die von den Wärtern der Hemmschuhgleisbremsen (Bremsenposten) mit bedient werden.

Insgesamt entstanden auf diese Weise acht gleiche, unter sich jedoch völlig unabhängige Teilsysteme; sie erhielten die Bezeichnung: selbsttätiges Ablaufstellwerk A, B, C, D, E, F, G und H (Abb. 2). Den Teilsystemen ist gemeinsam, daß sie je von einem Wärter bedient werden, und daß ihr Bereich doch noch übersichtlich genug ist, um im Störfalle bei etwas verminderter Zuführungsgeschwindigkeit Fernstellung mit Hand zu ermöglichen. Daß die äußere Form der verschiedenen selbsttätigen Stellwerke dabei verschieden ausgebildet wurde, spielt keine Rolle; hierfür waren Gründe maßgebend, die im folgenden näher zu behandeln sind.

Durch Arbeits- und Zeitstudien war festgestellt worden, daß die Wärter der Hemmschuhgleisbremsen zwar nicht ausgelastet waren, daß sich aber ihr Arbeitsanfall bei dichter Wagenfolge zeitweise stark zusammendrängt. Die neue Aufgabe der Bedienung der selbsttätigen Stellwerke durfte deshalb den Bremsenposten nur in beschränktem Umfange Mehrarbeit bringen, weil sonst Gefahr bestand, daß entweder das Abbremsen der Wagen oder die Bedienung der Stellwerke nicht ordnungsgemäß ausgeführt werden würde. Für die Bedienung der selbsttätigen Stellwerke ergaben sich drei Arbeitshandlungen: Feststellen der Richtungsgleise aus dem Rangierzettel, Abstreichen des Rangierzettels und die eigentliche Bedienung des Stellwerks. Die Hauptarbeit erforderte hierbei das Ablesen und Abstreichen der Rangierzettel. Da der Wärter vollständig im Freien arbeiten muß, ist das Arbeiten mit dem Rangierzettel schwierig, vor allem nachts und bei ungünstiger Witterung. Für das Abbremsen genügt es, wenn sich der Wärter aus dem Zettel einen allgemeinen Überblick über die nächsten Abläufe verschafft; es tritt schließlich auch kein Nachteil ein, wenn er bei starkem Anfall einmal zu schwach bremst. Die Bedienung der Stellwerke erfordert aber ein ständiges genaues Verfolgen jedes Ablaufs an Hand des Zettels. Hieraus ergab sich die betriebliche Forderung, den Wärter vom Rangierzettel — wenigstens für die Weichenstellung — unabhängig zu machen und ihm das Richtungsgleis auf möglichst einfache Weise zu signalisieren. Die technische Behandlung der Aufgaben zerfiel damit in zwei Teile:

Ausbildung einer Signalanlage zur Ankündigung der Richtungsgleise an die einzelnen Stellwerke und

Ausbildung selbsttätiger Systeme zum Stellen der Weichen für acht örtlich in sich geschlossene Weichenbereiche.

Beide Aufgaben waren an sich voneinander vollkommen unabhängig. Ihre gegenseitige Verbindung war aber insoweit anzustreben, als dadurch die Bedienung erleichtert und Fehler vermieden wurden. Zu entscheiden war noch, von wo aus die Signalisierung der Richtungsgleise an die Bremsposten erfolgen sollte. Am besten war es die Stelle, wo unter Umständen Änderungen gegenüber dem Rangierzettel vorgenommen werden, d. h. also die Ablaufmannschaft. Da jedoch die Ablaufmannschaft bereits stark ausgelastet war*), wurde der Weichenwärter für den Bereich der Hauptverteilungsweichen hierzu ausgewählt. Die Verbindung zwischen ihm und der Ablaufmannschaft erschien durch Lautsprecher genügend sichergestellt.

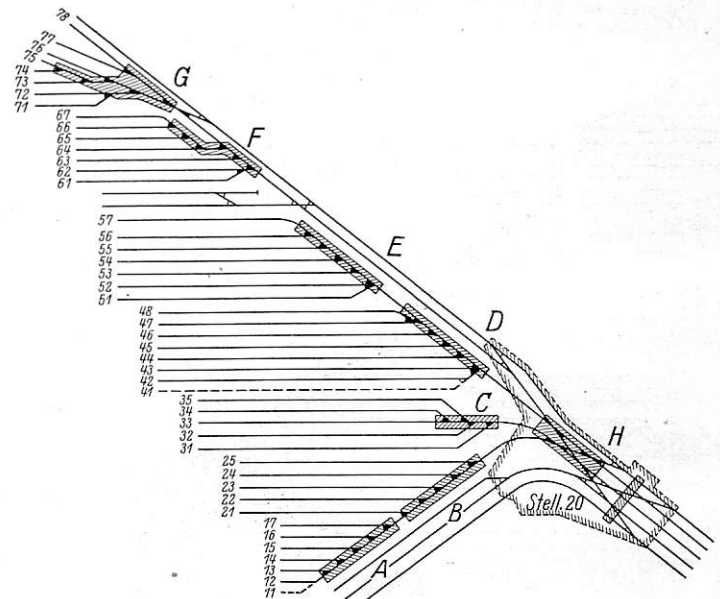


Abb. 2.

Damit waren die Grundsätze für die selbsttätige Weichenstellanlage gegeben. Die Anlage zur Bedienung der Hauptverteilungsweichen und zur Gleismeldung wurde Hauptablaufstellwerk H, die übrigen Anlagen Unterstellwerke A—G genannt.

D. Das Hauptablaufstellwerk.

Als günstigster Standort für das Hauptablaufstellwerk wurde ein Platz auf dem Reiterstellwerk ausgewählt, von dem aus nicht nur die Wagen selbst, sondern auch die Räder der einzelnen Wagen gut zu sehen waren, um gegebenenfalls noch bis zum letzten Augenblick Änderungen gegenüber dem Rangierzettel vornehmen zu können (Abb. 3). Der Platz hat zweifellos den Nachteil, daß der Wärter die Ablaufmannschaft nicht selbst beobachten kann. Hierauf mußte aber verzichtet werden, da dies nur bei einer seitlichen Ausstellung möglich gewesen wäre. Diese ist aber für Dresden-Friedrichstadt ausgeschlossen, da hier die Sicht durch die einfahrenden Schlepplfahrten häufig verdeckt wäre, der Ablaufbetrieb aber auch während dieser Fahrten durchgeführt werden muß. Die Vermittlung der Änderungen gegenüber dem Rangierzettel an den Wärter des Hauptablaufstellwerks wurde dem Ablaufmeister der Seilablaufanlage übertragen, der das Arbeiten der Ablaufmannschaft genau verfolgen kann.

*) Vergl. Verf. „Ablauf mit veränderlichem Ablaufpunkt“ in diesem Heft, S. 41.

Für die technische Durchbildung waren folgende Grundgedanken maßgebend: Dem Hauptablaufstellwerk werden nur reine Ablaufweichen zugeteilt. Alle Weichen, die von Schleppfahrten und zurückfahrenden Schleppmaschinen befahren werden (einschließlich der Schutzweichen), sind vom Stellwerk 20 zu stellen. In das selbsttätige Ablaufstellwerk H werden nur die spitz befahrenden Weichen einbezogen. Die nachbefahrenen Weichen, die nur beim Wechsel des Ablaufgleises zu stellen sind, werden von Hand ferngestellt. Die Signalisierung der Richtungsgleise soll möglichst keine Sonderarbeit erfordern, sondern mit dem Einstellen der selbsttätigen Anlage verbunden werden.

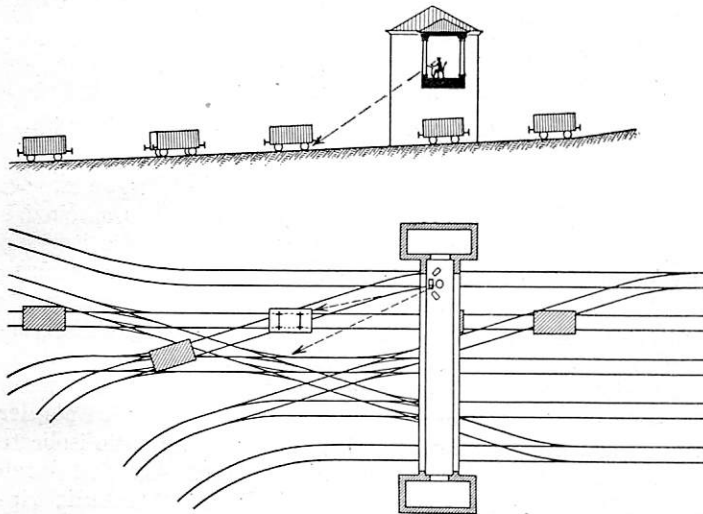


Abb. 3.

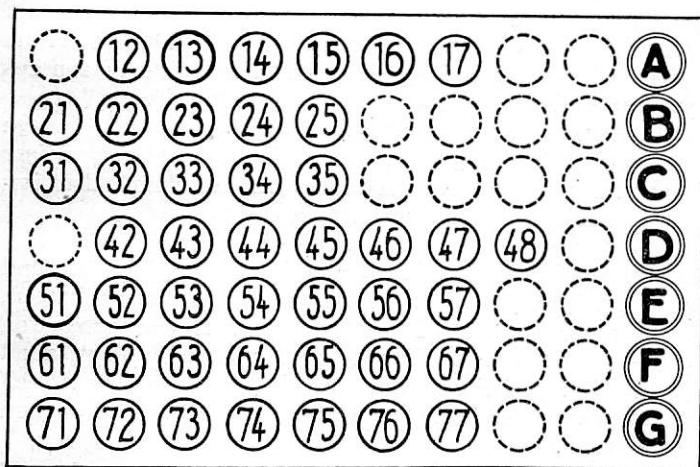


Abb. 4.

Vor der Wahl des technischen Systems war noch die Frage zu klären, ob eine Anlage mit oder ohne Speicherung geschaffen werden sollte. Von einer Speicherung konnte abgesehen werden, weil sie einmal erhebliche Mehrkosten verursacht, zum anderen für den vorliegenden Fall keine Vorteile gebracht hätte. Eine Personalsparnis wäre nicht eingetreten, da auch bei Speicherung ein besonderer Wärter zum Bedienen des Hauptablaufstellwerks, zum Einstellen der nachbefahrenen Weichen und zum Ausführen von Änderungen gegenüber dem Rangierzettel nicht zu entbehren gewesen wäre. Die Speicheranlage hätte dem Wärter zwar den wesentlichsten Teil seiner Arbeit, nämlich das laufende Einstellen der Fahrstraße für die einzelnen Ablaufgruppen abgenommen, aber damit auch den Zwang zum ständigen Verfolgen des Ablaufs. Gerade dieser Umstand wurde als Nachteil erkannt, denn es hätte die Gefahr bestanden, daß bei Wegfall dieser zwangsläufigen

Beobachtung der Wärter im entscheidenden Augenblicke nicht genau im Bilde gewesen wäre.

Beim Hauptablaufstellwerk waren, wie aus der Abb. 2 hervorgeht, aus jedem der vier Ablaufgleise Fahrstraßen nach den vier Hauptgleisgruppen vorzusehen, d. h. also insgesamt $4 \cdot 4 = 16$ Fahrstraßen. Um jedoch die erwünschte Verbindung mit der Gleismeldeanlage zu erhalten, wurde eine Anordnung gewählt, bei der Stellmöglichkeiten nach sämtlichen Richtungsgleisen vorhanden sind. Das Schema der Anordnung geht aus Abb. 4 hervor. Jede Taste des Schaltpultes hat zwei Aufgaben zu erfüllen:

1. Selbsttätiges Einstellen der Fahrstraße nach dem auf ihr vermerkten Richtungsgleis für den Bereich der Hauptverteilungsweichen,

2. Gleismeldung an die von der Fahrt berührten Unterstellwerke.

Um eine möglichst sinnfällige Anordnung zu erreichen, wurde die Gleisnummerung der Richtungsgleise nach folgenden Gesichtspunkten neu festgesetzt: Die 45 Richtungsgleise erhalten zweistellige Gleisnummern; sie werden entsprechend den sieben Unterstellwerken in sieben Gruppen geteilt. Da keine Gruppe mehr als acht Richtungsgleise enthält, wird jeder Gruppe eine besondere Zehnerreihe zugewiesen, so daß

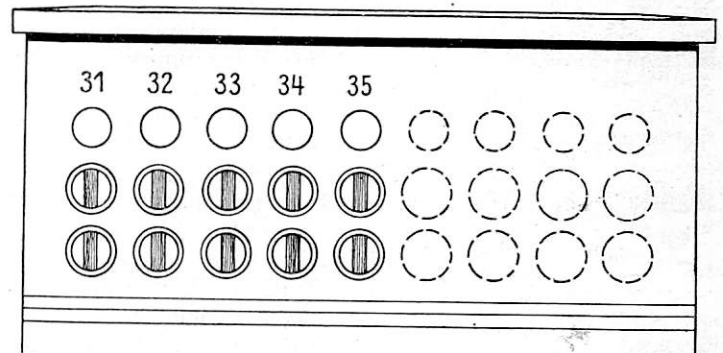


Abb. 5.

der Bereich des Unterstellwerks A die Gleisnummern von 11 bis 19, B von 21 bis 29, C von 31 bis 39 usw. umfaßt. Jeder Gleisbereich beginnt in den Einern vom Reiterstellwerk aus gesehen links mit 1. Damit ergab sich die übersichtliche Anordnung nach Abb. 2, die sich recht gut bewährt hat.

Neben den Fahrstraßentasten wurden noch Tasten zum Ankündigen von Vorsichtswagen, zum Löschen bereits erteilter Aufträge usw. vorgesehen.

Die Bedienung des Schaltpultes ist damit denkbar einfach geworden. Beim Ablauf eines Wagens z. B. nach Gleis 35 drückt der Wärter nur den fünften Knopf der dritten Reihe nieder. Damit übt er gleichzeitig zwei Handlungen aus: Er bereitet die Fahrstraße für den Wagen im Bereich der Hauptverteilungsweichen vor und er meldet das Richtungsgleis an die von der Fahrt berührten Unterstellwerke.

Alles Nähere ist aus dem zweiten Teile zu ersehen.

E. Die Unterstellwerke.

Bei den Unterstellwerken sind drei verschiedene Aufgaben zu erfüllen: Erstens sind die vom Hauptablaufstellwerk kommenden Gleismeldungen anzuzeigen, zweitens sind die Fahrstraßen nach den Richtungsgleisen im eignen Bereich und gegebenenfalls nach dem Bezirk des nächsten Unterstellwerks einzustellen und drittens sind im Störungsfalle oder bei Änderungen gegenüber dem Rangierzettel die Weichen mit Hand zu stellen.

In sinngemäßer Übereinstimmung mit dem Hauptablaufstellwerk wurde für die Unterstellwerke die grundsätzliche Anordnung nach Abb. 5 gewählt.

Für jedes Richtungsgleis eines Unterstellwerkbezirks ist eine der senkrechten Spalten von 1 bis 8 vorgesehen. Die letzte Spalte ist für die Durchfahrt nach dem nächsten Bezirk bestimmt. Entsprechend den drei oben angegebenen Aufgaben sind für jedes Gleis vorhanden:

- in der ersten Reihe: die Signallampen für die Gleismeldung vom Hauptablaufstellwerk A,
- in der zweiten Reihe: die Schalter für das selbsttätige Einstellen der Fahrstraßen und
- in der dritten Reihe: die Schalter für die Handfernstellung der Weichen.

Bei der Gleismeldung war die Frage der Altersmeldung von besonderer Bedeutung. Es wurde schließlich davon abgesehen, dem Wärter anzuzeigen, wieviel Wagen nach seinem Bezirke unterwegs sind. Lediglich der nächste ankommende Wagen wird ihm angezeigt. Die Meldungen für die übrigen im Lauf befindlichen Wagen werden so lange aufgespeichert, bis der erste Auftrag erledigt ist. Durch diese

Anordnung wurde die Übersichtlichkeit für den Wärter erhöht; Fehleinstellungen sind ausgeschlossen. Die Schalter für die Handfernstellung der Weichen konnten in die ganze Anordnung günstig mit einbezogen werden, weil bei jeder Fahrt immer nur eine Weiche zu stellen ist. Die weiter erforderlichen Einrichtungen wie Kontrolllampen, Schalter zum Löschen bereits eingestellter Fahrstraßen usw. brauchen in diesem Zusammenhange nicht weiter behandelt zu werden.

Die Bedienung des Unterstellwerks ist damit denkbar einfach geworden. Der Bremserposten findet beim Herannahen einer Gruppe eine Signallampe leuchtend. Seine ganze Mehrarbeit gegen früher besteht darin, den unter dieser Lampe befindlichen Schalter umzulegen, womit er die selbsttätige Fahrstraßeneinstellung vorbereitet. Hierauf kann er sich vollständig dem Abbremsen der Wagen widmen. Dem Posten wird der Rangierzettel auch

weiterhin zugewiesen, da er die Angaben über die Art, Gewicht und Zahl der Wagen für die Zwischenhemmung benötigt. Für die Aufbewahrung der Zettel sind drehbare Schutzkästen vorgesehen (vergl. Abb. 6).

Näheres über die Unterstellwerke s. zweiter Teil.

F. Theoretische Grundlagen.

Vor dem Einbau war noch die Frage zu klären, welchen Einfluß die selbsttätige Weichenstellanlage auf die Leistungsfähigkeit des Ablaufberges ausübt. Daß eine Änderung der bestehenden Verhältnisse zur Steigerung der Leistungsfähigkeit des Ablaufberges nach Einführung des Rangierzettelverfahrens nicht erforderlich war, wurde bereits ausgeführt, es ist aber umgekehrt noch zu untersuchen, ob die bei Handstellung mögliche Wagenfolge auch mit der selbsttätigen Anlage erreicht werden kann. Zur Klärung dieser Frage war es zunächst notwendig, sich darüber klar zu werden, welche mechanischen und geistigen Tätigkeiten des Weichenwärters durch die selbsttätige Weichenstellanlage ersetzt werden mußten und konnten. Der Ersatz der rein mechanischen Arbeiten des Weichenumstellens durch eine selbsttätige Anlage war verhältnismäßig einfach. Anders lagen die Verhältnisse in bezug auf die geistigen Tätigkeiten.

Beim Umstellen einer Weiche zum Ablenken der zweiten von zwei sich folgenden Wagengruppen hat der Wärter nachstehende Bedingungen zu beachten:

1. Die Weiche darf so lange nicht umgestellt werden, als sich noch Achsen der ersten Wagengruppe vor oder auf den Weichenzungen befinden.
2. Das Umstellen muß beendet sein, ehe die erste Achse der zweiten Wagengruppe die Zungenspitze erreicht hat.
3. Die Wagen mit verschiedenen Laufwegen dürfen sich innerhalb der Weiche nicht einholen und mit den Puffern verfangen.

Unter Beachtung dieser Forderungen und unter Abwägung aller äußeren Einflüsse, namentlich der Windverhältnisse, der Geschwindigkeit der Wagen, des Laufvermögens, der Umstellzeit der Weichen usw. hat der Weichenwärter in jedem Falle die Entscheidung zu treffen, bei der ein Fehlläufer vermieden wird, ohne daß eine Gefährdung der Sicherheit eintritt.

Es ist nun die Frage, wie diese geistigen Tätigkeiten bei der selbsttätigen Anlage ersetzt werden können. Das einzige Hilfsmittel, das hierfür zur Verfügung steht, ist die isolierte Strecke, wobei es an sich gleichgültig ist, ob der isolierte Streckenabschnitt durch stromdichte Schienenstöße oder durch Radtaster in Verbindung mit einer Ein- und Auszählvorrichtung begrenzt wird. Mit Hilfe der isolierten Strecke lassen sich alle drei Forderungen erfüllen: die erste, wenn die isolierte Strecke mindestens so lang gemacht wird als der größte vorkommende Achsstand; die zweite, wenn die isolierte Strecke so weit vor der Zungenspitze beginnt, daß eine durch das Einfahren einer Achse in den isolierten Abschnitt eingeleitete Umstellung beendet ist, ehe die Achse die Zungenspitze erreicht hat, die dritte, wenn die isolierte Strecke bis zum Weichenmerkzeichen ausgedehnt wird, weil dann auf jeden Fall die Gewähr gegeben ist, daß die Durchfahrt im anderen Gleisstrang frei ist, selbst wenn der erste Wagen aus irgendeinem Grunde plötzlich stehenbleiben sollte.

Bei einer Umstelldauer der Weiche t_w , einer größten Geschwindigkeit v_{\max} und unter Berücksichtigung einer Sicherheitsstrecke f berechnet sich der Abschnitt der isolierten Strecke vor der Zungenspitze zu:

$$z \geq v_{\max} \cdot t_w + f.$$

Für Dresden-Friedrichstadt ergab sich v_{\max} zu 4,5 m/sec und die Umstelldauer t_w zu 1,0 Sek.; f wurde zu 2,0 m angenommen, so daß $z > 6,5$ m ist. Die Länge einer Weiche 1:8,5 von Zungenspitze bis zum Weichenmerkzeichen beträgt rund 40,2 m. Zur Erfüllung aller drei Forderungen würde sich also eine Länge der isolierten Schiene von $6,5 + 40,2 =$ rund 47 m ergeben.

Im folgenden soll der Einfluß dieser Isolierstrecke auf die Leistungsfähigkeit des Ablaufberges untersucht werden. Schon eine überschlägliche Berechnung zeigt, daß diese Länge der Isolierstrecke nicht tragbar gewesen wäre. Da die meisten Wagen im Bereich der ersten Verteilungsweiche eine wesentlich geringere Geschwindigkeit haben, im Durchschnitt nur etwa 3,5 m/sec, so wäre unter der Annahme gleichbleibender Geschwindigkeit beim Durchlauf durch die Weiche die kürzeste

Wagenfolgezeit $\frac{47 + \left(2 \cdot \frac{4,5}{2}\right)}{3,5} = 14,7$ Sekunden, d. h. also die

höchstzulässige Zuführungsgeschwindigkeit am Ablaufpunkt nur $\frac{9,30}{14,7} =$ rund 0,63 m/sec. Diese Zuführungsgeschwindigkeit

wäre aber auch nur dann anwendbar, wenn die ablaufenden Wagen völlig gleiche Laufwiderstände hätten. Da dies nicht der Fall ist, wäre die durchschnittliche Zuführungsgeschwindigkeit zur Vermeidung von Fehlläufern so niedrig geworden, daß

die frühere Leistungsfähigkeit auch nicht annähernd erhalten geblieben wäre.

Hieraus geht hervor, daß auf die Erfüllung der dritten Forderung bewußt Verzicht geleistet werden mußte. Maßgebend war hierbei, daß auch bei Handstellung die dritte Forderung nicht immer erfüllt wird, weil sonst ein leistungsfähiger Ablaufbetrieb überhaupt nicht geschaffen werden kann. Immerhin ist es natürlich ein Unterschied, ob ein Weichenwärter sich nach genauer Abwägung aller Umstände (Lauffähigkeit, Art der Wagen, beladen oder leer, Art der Ladung, Vorsichtswagen usw.) entschließt, die Weiche zwischen zwei sich in kurzen Abständen folgenden Wagen noch umzustellen oder ob die Umstellung in jedem Falle ohne Prüfung der äußeren Umstände möglich ist, wenn nur den ersten beiden Forderungen Rechnung getragen ist. Diese Erwägungen waren neben den oben bereits dargelegten Gründen mit dafür maßgebend, den Wärter des Hauptablaufstellwerks durch die Art der technischen Lösung zu zwingen, den Ablauf in seinem Bereiche laufend zu verfolgen. Da dies gewährleistet ist, konnte die Länge der isolierten Strecke so bemessen werden, daß die Forderungen 1 und 2 gerade erfüllt sind, d. h. die Isolierstrecke mußte 6,5 m vor der Zungenspitze beginnen und mindestens 11,8 m lang sein (größter im Regelbetrieb noch vorkommender Radstand). Die oberbautechnische Bearbeitung ergab jedoch, daß dann der untere stromdichte Stoß noch innerhalb der Zungen gelegen hätte; er konnte frühestens 0,8 m hinter der Zungenwurzel eingebaut werden. Auch der obere Stoß ließ sich aus oberbautechnischen Gründen nicht 6,5 m vor der Zungenspitze einbauen. Er mußte durchschnittlich 3 m höher gelegt werden. Diese 3 m vor dem theoretischen Anfangspunkt sind als wertlos, ja als nachteilig anzusprechen, während eine Verlängerung der Isolierstrecke nach unten wenigstens teilweise der Forderung 3 zugute kommt.

Die Isolierstrecke an der ersten Verteilungsweiche ergab sich nach vorstehendem zu 18 m. Die Ergebnisse der nun möglichen rechnerischen Behandlung der Wagenfolge sind in der nebenstehenden Zusammenstellung angegeben.

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich folgendes:

1. Bei sich folgenden Wagen mit gleichen Laufwiderständen (lfd. Nr. 2 bis 4) tritt innerhalb der praktisch regelmäßig vorkommenden Widerstandswerte bei Zuführungsgeschwindigkeiten bis 1,5 m/sec keine Beeinträchtigung durch die Isolierstrecke ein. (Die Werte unter lfd. Nr. 2 bis 4 sind kleiner als die entsprechenden Werte in lfd. Nr. 1.)

2. Bei sich folgenden Wagen mit ungleichen Laufwiderständen tritt bei der Folge Schlechtläufer/Gutläufer schon bei mittleren Zuführungsgeschwindigkeiten ein Fehlläufer ein, und zwar bei einer Wagenfolge nach:

lfd. Nr. 5 bei einer Zuführungsgeschwindigkeit von etwa 0,7 m/sec; lfd. Nr. 6 bei einer Zuführungsgeschwindigkeit von etwa 0,9 m/sec.

Aus der Formel: $T = t_i + \Delta t$ ergibt sich für

lfd. Nr. 5 $T_{0,4} = 14,6$, also kleiner als T_0 mit 23,3 Sek.

$T_{0,6} = 13,5$, „ „ „ „ „ 15,5 „

$T_{0,8} = 12,5$, „ größer „ „ „ 11,6 „

lfd. Nr. 6 $T_{0,4} = 11,6$, „ kleiner „ „ „ 23,3 „

$T_{0,6} = 10,9$, „ „ „ „ „ 15,5 „

$T_{0,8} = 11,0$, „ „ „ „ „ 11,6 „

$T_{1,0} = 9,7$, „ größer „ „ „ 9,3 „

Diese Feststellungen zeigen, daß durch die selbsttätige Weichenstellanlage die Leistungsfähigkeit des Ablaufberges tatsächlich in ungünstigem Sinne beeinflusst worden wäre, wenn die verschiedenen Laufwiderstände sich so stark auswirken würden, wie dies in der Zusammenstellung unter Annahme eines festen Ablaufpunkts errechnet ist. Da in Dresden-Friedrichstadt durch das Arbeiten mit veränderlichem

| Lfd. Nr. | S p a l t e | | | | | | | |
|----------|--|------|------|------|-----|-----|-----|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | Zuführungsgeschwindigkeit | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | m/sec |
| 1 | Wagenfolgezeit am Ablaufpunkt $T_0 =$ | 23,3 | 15,5 | 11,6 | 9,3 | 7,8 | 6,6 | Sek. |
| 2 | Besetzungsdauer der Isolierstrecke t_i durch: G Wagen mit $w_0 = 4,5$ kg/t | 6,0 | 6,0 | 5,9 | 5,8 | 5,8 | 5,7 | Sek. |
| 3 | G Wagen mit $w_0 = 3,8$ kg/t | 5,7 | 5,7 | 5,6 | 5,6 | 5,5 | 5,4 | Sek. |
| 4 | O Wagen mit $w_0 = 2,6$ kg/t | 5,0 | 5,0 | 4,9 | 4,9 | 4,9 | 4,8 | Sek. |
| 5 | Laufzeitunterschiede Δt am Anfang der Isolierstrecke zwischen: O mit 2,6 kg/t und G mit 4,5 kg/t | 8,6 | 7,5 | 6,6 | 5,8 | 5,1 | 4,6 | Sek. |
| 6 | O mit 2,6 kg/t G mit 3,8 kg/t | 5,9 | 5,2 | 4,6 | 4,1 | 3,6 | 3,3 | Sek. |

Anmerkung: Die Werte sind unter der Annahme eines festen Ablaufpunkts 27 m oberhalb des Gefällwechsels 1:80/1:100 errechnet.

Ablaufpunkt ein günstiger Ausgleich in der Wagenfolge erzielt wird, konnte der Versuch unbedenklich gewagt werden. Die Erfahrungen der Praxis haben die Richtigkeit dieser Annahme ergeben; Fehlläufer sind bisher an der ersten Verteilungsweiche infolge Einholens von Schlechtläufern durch Gutläufer nicht beobachtet worden. Immerhin zeigen aber diese Überlegungen, daß die Frage der Leistungsfähigkeit bei Einführung einer selbsttätigen Weichenstellanlage nicht außer acht gelassen werden sollte.

Die Feststellungen sind noch nach einer anderen Richtung hin von Bedeutung. Sie zeigen, daß die Verwendung stromdichter Schienenstöße zur Begrenzung isolierter Strecken häufig dazu führt, die Isolierstrecken größer zu machen als unbedingt notwendig ist, und daß dadurch die Leistungsfähigkeit ungünstig beeinflusst werden kann. Es wird eine der wichtigsten Aufgaben für die weitere Ausbildung selbsttätiger Weichenstellanlagen sein, die Begrenzung der Isolierstrecken auf andere Weise, so z. B. durch Radtaster in Verbindung mit Ein- und Auszählvorrichtungen weiter zu entwickeln, damit der Beginn der Isolierstrecke dorthin gelegt werden kann, wo er betrieblich notwendig ist.

Das Ergebnis der theoretischen Bearbeitung kann dahin zusammengefaßt werden, daß auf die dritte Forderung verzichtet werden mußte, daß aber die Forderung 1 und 2 unter Voraussetzung eines günstigen Ausgleichs der verschiedenen Laufwiderstände als erfüllt angesehen werden können. Die Erörterungen haben weiter gezeigt, daß ohne Überwachung des Ablaufs durch einen besonderen Weichenwärter nicht auszukommen ist, wenn die Forderung größtmöglicher Sicherheit gestellt wird. Mit den heute bekannten technischen Mitteln ist es bei freiem Ablauf der Wagen nicht möglich, eine

vollselbsttätige Weichenstellanlage zu schaffen, die allen sicherungstechnischen Bedingungen entspricht und außerdem noch Höchstleistungen ermöglicht. Der Mensch läßt sich nur dort durch vollselbsttätig arbeitende Anlagen ersetzen, wo — wie z. B. im Fabrikbetriebe — die einzelnen Arbeitshandlungen immer unter gleichen Bedingungen stattfinden.

G. Kosten, Erfahrungen.

Die Kosten der selbsttätigen Weichenstellanlage betragen, auf ein Richtungsgleis verteilt, etwa 7000 *R.M.* Die erwarteten Personalerparnisse von je drei Mann auf das Haupt-

ablaufstellwerk und die einzelnen Unterstellwerke sind erreicht worden, so daß sich auch unter Berücksichtigung der Kosten für die Unterhaltung, eine günstige Verzinsung des Anlagekapitals ergibt.

Die betrieblichen Erfahrungen sind, soweit sich dies nach fast einjähriger Betriebsdauer übersehen läßt, sehr gut. Die anfangs befürchtete Überlastung der Bremsposten und eine Beeinträchtigung in der Güte der Bremsarbeit sind nicht eingetreten. Für ein endgültiges Urteil möchten jedoch noch die Erfahrungen eines kalten und schneereichen Winters abgewartet werden.

Die selbsttätige Weichenstellanlage im Ablaufbetrieb. 2. Teil.

Die technische Durchbildung der selbsttätigen Weichenstellanlage.

Von Reichsbahnoberrat Rudolf Lehmann, Dresden.

Hierzu Tafel 12 und 13.

A. Wahl der allgemeinen Bauform.

Die Vorarbeiten für den Bau der selbsttätigen Weichenstellanlage wurden im Herbst 1926 aufgenommen. Sie erstreckten sich zunächst auf die Untersuchung, inwieweit die bis dahin in Deutschland durchgebildeten beiden Bauformen selbsttätiger Stellwerke — die der Siemens & Halske A.G. und die der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft — für Dresden-Friedrichstadt verwendbar seien. Für diese beiden grundsätzlich verschiedenen Lösungen, die in der Schaltung und in der technischen Ausbildung der zusammenarbeitenden Apparate zu einem vorläufigen Abschluß gebracht waren, bot sich je ein in die Wirklichkeit umgesetztes Beispiel. Eine den Auffassungen der Siemens & Halske A.G. entsprechende Anlage war im Oktober 1915 auf dem Rangierbahnhof Herne i. W. geschaffen worden, der im Frühjahr 1926 auf dem Rangierbahnhof Hamm i. W. eine nach den Grundgedanken der A E G errichtete Anlage gefolgt war*).

Für Dresden-Friedrichstadt waren zunächst nur die betrieblichen Grundlagen wesentlich, auf denen beide Bauformen beruhen. Diese seien hier kurz gekennzeichnet.

Die Siemenssche Lösung läßt dem, den Ablauf leitenden Beamten die Entschliebung über das Ziel (Richtungsgleis) des ablaufenden Wagens und damit auch über den Weg, den er nehmen soll, bis zu dem Zeitpunkt offen, in dem der Wagen sich der ersten Verteilungsweiche unmittelbar nähert. Die Anlagen sind also mit einem hohen Maß von Beweglichkeit ausgestattet, das dort gefordert werden muß, wo häufig Änderungen des ursprünglich vorgesehenen Zielgleises unvermeidlich sind, oder wo oft Wagen sofort nach der Einfahrt im normalen Arbeitsgang der selbsttätigen Anlage abzulaufen haben.

Dagegen hatte die A E G ihre Bauform der Betriebsweise solcher Ablaufanlagen angepaßt, bei denen ein häufiger Wechsel des anfangs festgelegten Wagenziels nicht eintritt und sich der Ablauf im allgemeinen streng nach dem Rangierzettel vollzieht. Bei Anlagen dieser Art hat es keine Bedenken, dem System vor Beginn des Ablaufs den Rangierzettel für den ganzen Zug aufzudrücken oder — wie der bei Ausbildung des Systems der A E G geprägte Fachausdruck lautet — die Abläufe zu „speichern“. Diese Speicherung der Abläufe ist nicht nur das Kennzeichen der Ablaufstellwerke der A E G geworden, sondern nach dem Gesamtaufbau dieses Systems auch die unerläßliche Vorbedingung für seine Anwendung.

Hervorgehoben sei, daß die Speicherung auch bei der Bauform Siemens & Halske durchaus möglich ist, nur ist sie hier nicht das entscheidende Merkmal des Gesamtsystems.

*) Vergl. „Die selbsttätige Ablaufanlage, Bauart Siemens“ von Dr. Ing. Arndt, Berlin, Verkehrstechnische Woche und Eisenbahntechn. Zeitschrift Nr. 23/24, X. Jahrgang 1916 und „Ablaufstellwerke“ von Reichsbahnrat Wagner, Essen, Verkehrstechn. Woche, Heft 37, 1926.

Wie im ersten Teil dieses Aufsatzes gezeigt wurde, hätte die Speicherung in Dresden-Friedrichstadt keine Vorteile gebracht, sondern sie hätte bei der Eigenart des Wagenanfalls hier zweifellos auch Eingriffe des Wärters in die Speicherung in solcher Zahl nötig gemacht oder auch so häufig zu Fehlläufen geführt, daß sie zu einem Hemmnis des gesamten Ablaufs geworden wäre. Bei dieser Sachlage mußte von der Speicherung und damit auch von der Anwendung der Bauform der A E G abgesehen werden.

Die Anlage in Herne und die dazu von der Erbauerfirma gebrachten eingehenden Erläuterungen konnten für die Ausgestaltung der Ablaufanlage in Dresden-Friedrichstadt nur als Anhalt, nicht aber als ohne weiteres zu übernehmendes Vorbild dienen, so daß die Entscheidung schließlich in dem Sinne fallen mußte, für Dresden-Friedrichstadt eine auch in den Grundsätzen neue Anlage zu schaffen. Das ist in gemeinschaftlicher Arbeit mit den Vereinigten Eisenbahnsignalwerken, Berlin-Siemensstadt und unter Verwertung der Erfahrungen der Siemens & Halske A. G. geschehen.

B. Die Grundschaltung der Anlage.

In der neu aufgestellten Grundschaltung finden sich von der ursprünglichen Siemensschen Bauform wieder: die Systeme der Laufschalter und die der Stellschalter sowie ein Verteiler — dieser in der gegenüber Herne völlig veränderten Form eines Tastenapparates. Neu geschaffen ist die Schaltung der Auftragsmeldung an die Unterstellwerke. Für die Einleitung oder die Beeinflussung der Schaltvorgänge durch die ablaufenden Wagen mußten zum Teil andere Mittel verwendet werden als in Herne; soweit hierfür isolierte Schienenstrecken vorgesehen sind, erfüllen sie neben früheren auch andere Aufgaben.

Die eingehende Darstellung der Schaltung der selbsttätigen Weichenstellanlage würde über den Rahmen des vorliegenden Aufsatzes hinausgehen, jedoch soll der von der Schaltung verfolgte Grundgedanke an einem Beispiel dargelegt werden.

Bei der Vorbereitung eines Ablaufs sind je nach dem Gleis, aus dem der Ablauf erfolgen soll, die während des Ablaufs unveränderlich liegenbleibenden Weichen in die richtige Lage zu bringen. Ferner sind durch eine in die Schaltung einbezogene Wähleinrichtung die beim Ablauf zuerst berührten Hauptverteilungsweichen so in Bereitschaft zu setzen, daß sie im selbsttätigen Betriebe die dem Wagenzulauf aus dem eben genannten Gleis entsprechenden Bewegungen richtig ausführen. Das Nähere hierüber wird in Abschnitt C gebracht werden.

Die Schaltung und die Einzelvorgänge sollen an Hand der Schaltungszeichnung (Abb. 1, Taf. 13) erläutert werden. Angenommen wird, daß ein Wagen als erster eines im Ablaufgleis 1 bereitstehenden Zuges in das Richtungsgleis 21, also in den Bereich des Unterstellwerks B, zu leiten ist.

Zu unterscheiden sind in der gesamten Anlage vier voneinander durchaus unabhängige Schaltungssysteme:

1. Das System der sog. Auftragsmeldung, durch das der Auftrag des Wärter am Tastenwerk des Hauptstellwerks dem beteiligten Wärter des Unterstellwerks B unter Vermittlung der Laufschalter erteilt wird. Die bei Ablauf eines Wagens in Anspruch genommenen Laufschalter übernehmen eine Art von Altersmeldung. Ihre Zahl ist abhängig von der Zahl der Wagen, die sich bei der normalen Ablaufgeschwindigkeit zwischen je zwei Weichen befinden können, ohne das System zu beeinflussen, also beispielsweise, ohne daß sie hierbei eine isolierte Strecke berühren. Die Laufschalter haben letzten Endes den Zweck, den Wärter des Unterstellwerks die richtige Zahl und die richtige Reihenfolge der Aufträge zu übermitteln, wie sie vom Wärter des Hauptstellwerks der Anlage aufgedrückt werden. Der erste Auftrag läuft dem Unterwärter unmittelbar zu; der zweite erst dann, wenn dieser den ersten ausgeführt hat usw.

2. Das System für die rein selbsttätige Weichenstellung im Bereiche des Hauptstellwerks.

3. Das System der Laufschalter im Bereiche des Unterstellwerks. Dieses System erhält seinen elektrischen Auftrag durch Einstellen eines Fahrstraßenschalters am Unterstellwerk.

4. Das System der rein selbsttätigen Weichenstellung im Bereiche des Unterstellwerks.

1. Stromlauf der Auftragsmeldung im Hauptstellwerk. Durch Drücken der Taste 21 wird der unmittelbar an ihr sitzende Kontakt 21 geschlossen. Die Taste sperrt sich in der gedrückten Lage selbst durch eine Klinke an einem Sperrmagneten. Durch das Drücken der Taste werden außerdem sämtliche übrigen Tasten in der Ruhelage gesperrt. Der Sperrmagnet der gedrückten Taste trägt den Kontakt t_{sp} , der beim Drücken ebenfalls den Strom schließt. Nunmehr erhält der Laufschalter 0601 Strom, dessen Kontakt 0601 geschlossen wird und der den Auftrag durch eine Anzahl Laufschalter weitergibt. Der letzte in der Reihe liegende Laufschalter 0604 erhält hierbei Strom und schließt seinen Kontakt 0604. Dadurch wird der Strom für die Meldelampe 21 im Unterstellwerk B geschlossen, die Lampe leuchtet auf.

2. Stromlauf für die Weichenstellung im Bereiche des Hauptstellwerks. Das Schließen des Kontakts 0601 am Laufschalter 0601 hat nicht nur die eben angeführte Wirkung auf die nachfolgenden Laufschalter, sondern beeinflusst auch den die Weichenstellung einleitenden, im Stromkreis 1 liegenden Gruppenschalter B. Sobald B Strom erhält, wird sein Kontakt b im Stromkreis 2 geschlossen. Der Laufschalter 0601 in diesem Stromkreis spricht an und gibt den Weg zu den Stellschaltern der Weichen frei, die auf dem Wege vom Hauptstellwerk zum Unterstellwerk durchfahren werden. Für jede der beiden Endstellungen einer Weiche ist ein Stellschalter vorhanden, ein Plus- und ein Minusschalter.

3. und 4. Stromlauf im Bereiche des Unterstellwerks. Hier werden die Laufschalter und die Stellschalter grundsätzlich in der gleichen Weise beeinflusst wie die gleichen Schaltungselemente im Bereiche des Hauptstellwerks. Sie werden durch das Einstellen des Fahrstraßenschalters zum Ansprechen gebracht, der somit die gleiche Aufgabe zu erfüllen hat wie die Taste im Tastenwerk des Hauptstellwerks.

Die Wirkung der ablaufenden Wagen auf das gesamte System ist im allgemeinen folgende:

Die erste Weiche läuft — wenn sie von einem Fahrzeug nicht besetzt ist — nach Drücken der Taste im Hauptstellwerk in die richtige Stellung. Wird sie während des Tastendrucks noch befahren, erfolgt die Umstellung erst nach ihrem Wiederfreiwerden. Berührt die erste Wagenachse die isolierte Strecke im Bereiche der ersten Weiche, so wird durch eine Laufschalterreihe der Auftrag, den Wagen nach Gleis 21 zu leiten, der

nächsten Weiche erteilt. Gleichzeitig wird die gedrückte Taste im Hauptstellwerk wieder frei und damit werden auch sämtliche anderen Tasten entsperrt. Die Laufschalter beeinflussen die Stellschalter der zugehörigen Weichen.

In der gleichen Weise wie für die erste Weiche läuft der Auftrag jedesmal zur nächsten vom Wagen zu befahrenden Weiche weiter, sobald die isolierte Strecke der voranliegenden Weiche berührt worden ist.

Die Weichen werden so lange, wie die zu ihnen gehörenden isolierten Strecken befahren werden, für andere Aufträge durch Sperrschalter gesperrt. Die Sperrschalter werden erst wieder frei, wenn die isolierten Strecken verlassen sind. Aus den bekannten Beziehungen zwischen Ablaufgeschwindigkeit, Umstellzeit der Weiche und dem Radstand, der für Dresden-Friedrichstadt zu 11,8 m angenommen wurde, haben sich die Längen der Isolierschienen ergeben. Wagen mit größerem Radstand als 11,8 m werden im Rangierzettel vermerkt; sie laufen nur auf einen Tastendruck durch den Bereich des Hauptstellwerks. Der folgende Wagen wird am Ablaufpunkt erst dann abgehängt, wenn der langradständige den eben gekennzeichneten Bereich verlassen hat. Damit wird das Umstellen der Weichen unter den Wagen der letzteren Art ausgeschlossen.

Die Schaltung ist erläutert worden unter dem Gesichtspunkt der Verwendung isolierter Schienenstrecken für die Sperrung und Wiederfreigabe der einzelnen vom Fahrzeug befahrenen Weichen. Es muß hervorgehoben werden, daß die Einordnung der isolierten Strecken in die Weichenbereiche in Dresden-Friedrichstadt und die Isolierung der Weichen und ihrer Gestänge erhebliche Schwierigkeiten gemacht hat, weil die Hauptablaufweichen z. T. doppelte Kreuzungsweichen sind, bei denen gegen die Anwendung isolierter Strecken oberbautechnische Bedenken bestanden. Aus diesen Gründen ist schon bei den ersten Planungen der selbsttätigen Weichenstellanlage der Wunsch aufgetreten, die isolierten Strecken durch Einrichtungen zu ersetzen, die den Oberbau nicht beeinträchtigen, andererseits aber auch die Möglichkeit geben, die Längen und die Lage der Beeinflussungstrecken je nach dem im voraus nicht immer bestimmbareren Forderungen des Ablaufbetriebs zu ändern. Diese Bedingungen erfüllen Schienenkontakte in Verbindung mit Schrittschaltern. Jede Beeinflussungstrecke ist bei diesem System durch zwei Kontakte begrenzt. Der Kontakt am Anfang der Strecke zählt die Achsen auf das Schrittschaltwerk ein, der zweite am Ende zählt sie wieder aus. Die hierbei angewendete Schaltung zeigt Abb. 2, Taf. 12. Versuche mit Schienendurchbiegungskontakten in Verbindung mit Schrittschaltern hatten allerdings zu Mißerfolgen geführt, weil derartige Kontakte nicht rasch und nicht sicher genug ansprechen und auch den Strom nicht zuverlässig unterbrechen. Dagegen wurden bisher gute Erfahrungen gemacht mit den als reine Radtaster arbeitenden Zauggschen Kontakten, die in der Schweiz eingeführt sind. Ein derartiger Kontakt ist im Schnitt in Abb. 1, Taf. 12 gegeben. Die Bauform zeichnet sich dadurch aus, daß an dem Kontakt nur geringe Massen zu bewegen sind. Für den Ablaufbetrieb in Dresden-Friedrichstadt, wo als höchste Ablaufgeschwindigkeit 8 m/sec vorkommt, sprechen die Kontakte nach zweijähriger Erfahrung durchaus einwandfrei an.

Die Schwierigkeit der Unterbringung isolierter Strecken hat auch zu einem Versuch mit Kippschienen geführt, gegen die bis jetzt ebenfalls nichts einzuwenden ist, die aber wegen ihrer Unhandlichkeit und der Unmöglichkeit, ihre Länge ohne weiteres zu verändern, aller Wahrscheinlichkeit nach durch Kontakte ersetzt werden, wenn sich diese weiter bewähren.

Die Pläne Abb. 3 und 4, Taf. 12 zeigen die Lage der Isolierstöße im Bereiche der Hauptverteilungsweichen und in dem als Beispiel herangezogenen Bereiche des Unterstell-

werks B. Aus dem Plan Abb. 5, Taf. 12 ist die Anordnung der die isolierten Schienenstrecken ersetzenden Zauggschen Kontakte im Bereich des Unterstellwerks E zu ersehen.

Die isolierten Schienenstrecken sind in zwei Abschnitte geteilt und nach einem neueren Grundsatz (Abb. 4, Taf. 13) geschaltet, der eine fehlerhafte Beeinflussung des Schaltsystems verhütet, wenn eine Achse nicht den erforderlichen Erdschluß zwischen der isolierten und der dieser gegenüberliegenden gedeten Schiene herbeiführt. Dieser Erdschluß bleibt aus, wenn Sand, Papier oder ein anderer isolierender Stoff auf eine der Schienen geraten ist.

Die Schaltung der Beeinflussungsstrecken, für die Zauggsche Kontakte verwendet wurden, zeigt Abb. 2, Taf. 13 die die beiden Schaltmagnete des in Abb. 2, Taf. 12 dargestellten Schrittschalters und den Kontakt daran erkennen läßt. Der Kontakt wird geschlossen, wenn die Kontaktarme des Schrittschalters eine übereinstimmende Lage angenommen haben, andernfalls ist er unterbrochen.

Die Weichenantriebe stellen die Weichen in einer Sekunde um, gerechnet vom Abheben der anliegenden Zunge bis zum Anliegen der anderen Zunge. Die Umlaufzeit der Weichen reicht für die Bewältigung des Ablaufanfalls völlig aus; sie könnte sogar noch etwas erhöht werden. Spitzenverschlüsse sind nicht angewendet.

C. Die Ablaufstellwerke und ihre Handhabung.

In der Gesamtheit der Ablaufstellwerke sind zu unterscheiden das Hauptablaufstellwerk H in der Reiterstellerei und die sieben ihm angegliederten Unterstellwerke A bis G, deren Lage Abb. 2 des ersten Teils zeigt. Zum Hauptablaufstellwerk gehören als Einzelapparate das Tastenwerk als Verteiler für die selbsttätige Anlage und zwei Kraftstellwerke mit Weichen- und Fahrstraßenhebeln, im nachstehenden Handstellwerk I und II genannt. Der Lageplan in Abb. 3, Taf. 12 gibt den von dem Hauptablaufstellwerk unmittelbar beherrschten Bereich wieder und läßt insbesondere die im Regelbetrieb selbsttätig gestellten Weichen Nr. 703, 705, 709 und 711 erkennen.

Hauptablaufstellwerk H.

1. Tastenwerk. Für den Verteiler ist die Form des Tastenwerks gewählt worden, um eine gesetzmäßige Anordnung der Tasten und damit eine gute Übersicht über sie zu erzielen und um zugleich dem Wärter bei der Bedienung die Wege zu ersparen, die beim Einbeziehen der hier in Betracht kommenden großen Zahl von Fahrstraßen in ein Schalterwerk unvermeidlich gewesen wären. Im übrigen ist zur weiteren Entlastung des Wärters die Anordnung getroffen worden, daß er den gesamten Ablaufdienst — auch bei etwaigen Eingriffen in die Anlage — sitzend versieht. Das Tastenwerk besteht aus einem kleinen Pult, auf dessen schräggerichteter Tischfläche die Tasten für die einzelnen Richtungsgleise so angeordnet sind, wie es im ersten Teil dieses Aufsatzes dargestellt und begründet wurde. Die Gleise, in die die Wagen oder Ablaufgruppen zu leiten sind, entnimmt der Wärter dem Rangierzettel, der auf dem Pult rechts neben den Tasten aufgespannt ist. Oberhalb der Tasten ist ein Mikrophon angebracht, mit dem der Wärter in die einzelnen Linien der Linienlautsprechanlage sprechen kann. Die Schalter zum Aufschalten auf die einzelnen Linien liegen wie das Mikrophon in unmittelbarer Reichweite des Wärters. Für die Beleuchtung des Pultes bei Dunkelheit sorgt ein jede Blendung des Wärters ausschließender Beleuchtungskörper (Abb. 3, Taf. 13 und Textabb. 1).

2. Handstellwerke I und II. Ihre Anordnung und äußere Form zeigen ebenfalls die Abb. 3, Taf. 13 und Textabb. 1.

In dem rechts vom Tastenwerk angeordneten Handstellwerk II ist jeder beim selbsttätigen Ablauf spitzbefahrenen Weiche des Bereichs des Hauptablaufstellwerks ein Weichen-

schalter zugeordnet, mit Hilfe dessen der Wärter unter Ausschaltung der selbsttätigen Anlage die Weichen von seinem Sitze aus umstellen kann, wenn sein Eingreifen in den selbsttätigen Betrieb nötig wird. Dies kann der Fall sein, wenn ein Wagen abzuleiten ist, der einen voranfahrenden einzuholen droht, oder wenn ein Irrtum bei der Bedienung des Tastenwerks auszugleichen ist. Der selbsttätige Betrieb kann danach jederzeit wieder dadurch hergestellt werden, daß der von dem Wärter betätigte Weichenschalter in die Ruhelage zurückgebracht wird. Die Fahrt, die im Tastenwerk eingestellt war, aber nicht stattgefunden hat, wird durch die Auflösetaste am Tastenwerk gelöscht. Die Auflösetaste, die im selbsttätigen Betrieb der ablaufende Wagen ausübt, wird von dem durch die Taste angeschalteten Strom übernommen. Die Weichenschalter besitzen drei Stellungen: die Grundstellung, in der die Weiche in das System des selbsttätigen Ablaufs eingeschaltet ist (Stellung des Schalter-Merkstriches unter 45°), ferner die beiden Stellungen, die sich an den normalen Weichenschaltern finden, also die Stellung Weiche auf „+“ und Weiche auf „-“, entsprechend der senkrechten und waagerechten Lage des Schaltermerkzeichens. Wenn der Schalter aus der Grundstellung herausgebracht wird, wird der Stromweg zu den Relais der selbst-

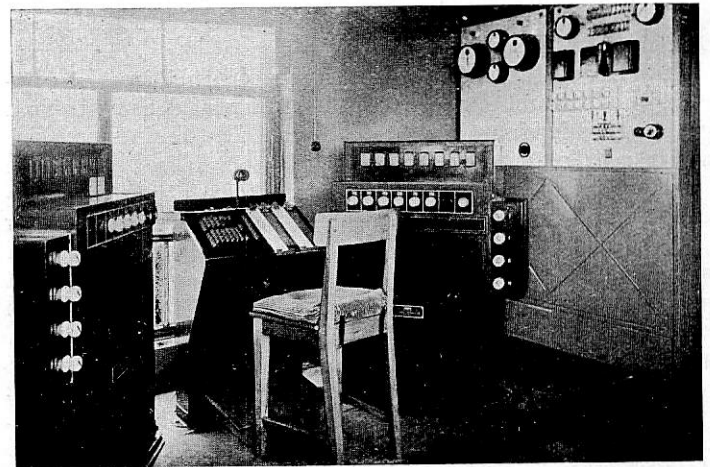


Abb. 1. Hauptstellwerk H.

tätigen Anlage abgeschaltet. Diese Schalter wirken bei der Handbedienung der Weichen in der gleichen Weise wie im gewöhnlichen Kraftstellwerksbetriebe.

Das links vom Tastenwerk angeordnete Handstellwerk I enthält die Stellhebel für die vier Weichen 702, 704, 708 und 710, die nur bei Beginn eines jeden Ablaufs einmal umzustellen sind und beim Ablauf nachbefahren werden. Diese nachbefahrenen Weichen werden durch Fahrstraßenhebel festgelegt, damit sie während eines Ablaufs gegen unabsichtliches Umstellen gesichert sind. Eine elektrische Festhaltung dieser Hebel konnte entbehrt werden.

Die Fahrstraßenhebel erfüllen auch die Aufgabe, daß bei jedem Ablauf die zuerst berührte Verteilungswiche also die Weiche, durch deren Stellung die erste Entscheidung über den jeweiligen weiteren Lauf des Wagens getroffen wird, in die selbsttätige Anlage schaltungsgemäß, entsprechend den vier durch die vier Ablaufgleise gegebenen Ablaufmöglichkeiten eingefügt wird. Z. B. muß die Schaltung dafür sorgen, daß beim Ablauf eines Wagens aus dem Ablaufgleis 1 nach dem Verteilungsgleis 21 und beim Drücken der Taste 21 des Tastenwerks die Weiche 705 die Minusstellung einnimmt. Wie diese Vorbedingung in der Schaltung erfüllt wird, läßt Stromkreis 2 in der Schaltung (Abb. 1, Taf. 13) erkennen (Laufschalter 0601 — Kontakt 0601 — Fahrstraßenkontakt 1 — Steller(—) 705). Durch diese Einrichtung ist die eigentlich erforderliche

Zahl von 16 Hebelumlegrichtungen entsprechend den vier Ablaufrichtungen aus jedem der vier Ablaufgleise auf vier Umlegrichtungen abgemindert worden.

Um bei Störungen in der Auftragsmeldung an die Unterstellwerke diese Meldung am Hauptstellwerk abschalten zu können, ist an den äußeren Stirnseiten der Handstellwerke I und II für jedes Unterstellwerk ein Schalter angeordnet, durch den der Stromweg für die Auftragsmeldung unterbrochen werden kann. Die Unterstellwerke arbeiten dann im allgemeinen wie sonst, erhalten aber die Aufträge durch Rangierzettel oder Lautsprecher.

Im Abschnitt B war zur Erläuterung der Grundschialtung der Ablauf eines Zuges aus dem Ablaufgleis 1 und hierbei der Ablauf eines Wagens in das Gleis 21 angenommen worden. Die Vorbereitungen, die hierzu an den Handstellwerken und am Weichen- und Signalstellwerk 20 in der Reiterstellerei zu treffen sind, sollen hier noch nachgetragen werden.

Zunächst hat der Wärter des Stellwerks 20 die in dieses einbezogenen Weichen 726 und 707 für die Fahrt aus Gleis 1 nach der Hauptverteilungsweiche 705 einzustellen. Als dann ist vom Wärter des Hauptablaufstellwerks der Weg, den sämtliche Wagen des ablaufenden Zugs unabhängig vom Verteilungs-

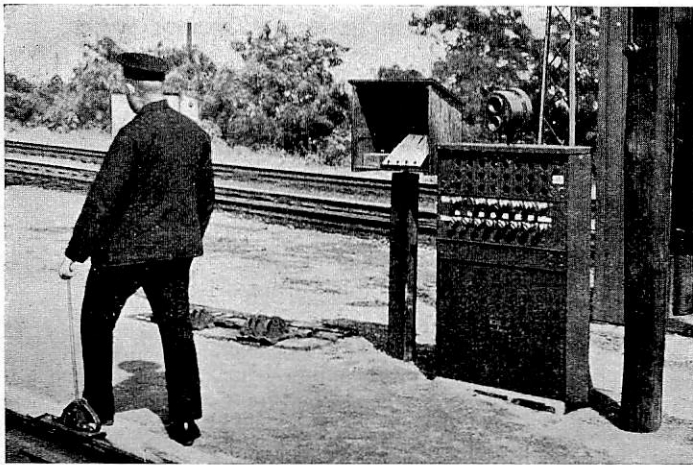


Abb. 2. Unterstellwerk B.

geschäft in gleicher Weise zu durchfahren haben, durch Umstellen der nachbefahrenen Weichen 704, 708 und 702 am Handstellwerk II und durch Umlegen des zugehörigen Fahrstraßenhebels festzulegen. Sobald ihm der Wagen bei seinem Laufe unter dem Reiterstellwerk hinweg sichtbar wird, drückt er die Taste 21 des Tastenwerks und erteilt damit der selbsttätigen Anlage den Auftrag, dessen Ausführung in Abschnitt B beschrieben wurde. Die Zeit des Gleiswechsels der Ablaufmannschaft — etwa 30 Sek. — genügt zu diesen Vorbereitungen vollständig, so daß der Ablauf hierdurch nicht unterbrochen zu werden braucht.

Unterstellwerke.

Da die Unterstellwerke von den Posten der Hemmschuhgleisbremsen mit bedient werden, sind sie unter Verzicht auf jede Überdachung im Freien aufgestellt und regendicht ausgebildet (Abb. 6, Taf. 12 und Textabb. 2). Von den Einzelheiten sind folgende hervorzuheben:

In der untersten waagerechten Reihe liegen die Weichenhebel, mit denen der Wärter die im regelrechten Ablauf selbsttätig gestellten Weichen von Hand bedienen kann, wenn das bei Ruhen des Ablaufverkehrs etwa für die Fahrt eines Bahnmeisterwagens nötig ist. Durch Umstellen dieser Hebel kann er aber auch in den Ablauf selbst eingreifen, da sie ebenso ausgebildet sind wie die Hebel des Handstellwerks II im Hauptablaufstellwerk. In der gleichen Schalterreihe befindet sich

noch der Auftragsauflöseschalter, der es ermöglicht, dem Unterstellwerk durch die selbsttätige Anlage übermittelte, aber aus irgendwelchen Gründen nicht auszuführende Aufträge zu löschen.

Die zweite waagerechte Reihe von unten enthält die Fahrstraßenhebel, durch deren Umstellung für den Bereich des Unterstellwerks die selbsttätige Weichenstellung für die Fahrstraßen der ablaufenden Wagen eingeleitet wird. Der Wärter kann sich im selbsttätigen Betriebe auch hier — ebenso wie die Wärter am Tastenwerk des Hauptablaufstellwerks — solange die isolierte Schienenstrecke vor der ersten Weiche seines Bereichs noch nicht berührt ist, völlig frei über den Weg einschließen, den er einem heranrollenden Wagen geben will. Mit Einstellen des Fahrstraßenschalters nach Eingang eines Auftrags vom Hauptablaufstellwerk werden alle Fahrstraßenhebel des Unterstellwerks so lange gesperrt, bis die eben erwähnte Berührung stattfindet. Der umgelegte Hebel bewegt sich dann unter der Wirkung einer Feder selbsttätig in die Ruhelage zurück.

Die dritte Reihe enthält die Auftragslampen, von denen jedesmal eine, einer bestimmten Fahrstraße zugeordnete grün aufleuchtet, wenn ein Auftrag vom Hauptablaufstellwerk eingeht. Die Lampe verlöscht, wenn der Auftrag durch Umstellen des Fahrstraßenhebels ausgeführt worden ist, oder wenn der Wärter gezwungen war, den Auftragsauflöseschalter anzuwenden.

Die vierte Reihe ist belegt mit den Überwachungslampen, die die Störungsstellung der zugehörigen Weiche anzeigen. Sie leuchten rot auf, wenn die Weiche umgestellt oder wenn sie aufgefahren wird. Das Auffahren kommt allerdings auf Ablaufbergen nur ganz selten vor.

Die fünfte Reihe wird nur in den Unterstellwerken benutzt, in deren Bereich die Steuerung durch die ablaufenden Wagen nicht mittels isolierter Schienenstrecken, sondern durch die Zauggschen Ein- und Auszahlkontakte erfolgt. Sie nimmt dann Überwachungslampen auf, die in der Ruhelage weißes Licht zeigen, und verlöschen, wenn die durch einen Ein- und einen Auszahlkontakt begrenzte Strecke durch eine oder mehrere Wagenachsen belegt ist oder der Schrittschalter, der auf diese Kontakte anspricht, ausnahmsweise eine Fehlzählung vollführt hat. Schrittschalter, die nach Durchlaufen der Wagenachsen nicht die Ordnungsstellung zeigen, werden in diese durch einen Berichtigungshebel an dem Fahrstraßenschalter, der dem Wagenlauf entspricht, zurückgebracht.

D. Technische Bewährung der Bauteile.

Sämtliche Einzelteile der Anlage haben sich bisher bestens bewährt. In keinem der Teile ist irgendwelche Abnutzung festzustellen, womit der Beweis gegeben ist, daß ihre Ausbildung und die Wahl des Materials allenthalben richtig gewesen ist. Vor allem sind, da die Weichenantriebe langsam umlaufen, keinerlei Brüche innerhalb der Weichenantriebe, an dem Übertragungsgestänge oder auch an den Weichenzungen eingetreten. Die isolierten Schienenstrecken haben sich trotz außerordentlich lebhaften Befahrens gut bewährt, vor allem ist das ursprünglich befürchtete Wandern der Schienen und ein Schließen der Isolierlücken nicht eingetreten. Trotzdem hat es sich als notwendig erwiesen, die Isolierung zwischen zwei aneinanderstoßenden Schienen allein durch Luft aufzugeben und dafür Isolierzwischenlagen in die Stoßlücken einzufügen. Veranlaßt ist diese Maßnahme dadurch, daß kleine Eisenteilchen, die anscheinend von den Radreifen herrühren, sich in diese Stoßlücken setzten, unter dem Einfluß magnetischer Kraftlinien sich senkrecht zum Schienenprofil stellten und damit einen Stromschluß zur Erde bildeten, der die Wirkung der Anlage erheblich beeinträchtigte. Die Zwischenlagen haben also hier nur die

Aufgabe, derartige Teilchen von dem Zwischenraum zwischen den Schienen fernzuhalten. Die Zauggschen Kontakte haben sich trotz der starken Beanspruchung ebenfalls gut bewährt. Hierauf konnte übrigens sicher gerechnet werden, da die Kontakte schon vor dem Einbau der selbsttätigen Ablaufanlage für Zählwerke und für betriebswissenschaftliche Studien verwendet worden waren, ohne daß sich irgendwelche Störungen gezeigt hätten. Entgleisungen wegen vorzeitiger Weichenumstellung haben nicht stattgefunden.

Auch die feineren Apparate wie z. B. die Relais haben zu Störungen keinen Anlaß gegeben; nur die Kontakte an den Relais für die Weichensteller zeigten eine recht erhebliche Funkenbildung, so daß sie Funkenlöscheinrichtungen in Gestalt kleiner Kondensatoren erhalten mußten.

Die unerläßliche Voraussetzung für die ständige Betriebs-

fähigkeit der Anlage ist — wie bei allen Einrichtungen von großer Empfindlichkeit — die laufende und sorgfältigste Unterhaltung. Diese wurde von Anfang an durchgeführt und hat infolgedessen Störungen verhütet. Bisher konnte die Überwachungstätigkeit und die Wartung aller Stromlieferungsanlagen zwanglos dem Mechaniker mit übertragen werden, der sämtliche Sicherheitseinrichtungen und Fernmeldeanlagen des Ablaufberges unterhält. Auf eine Nachtbereitschaft kann selbstverständlich nicht verzichtet werden, wenn sie bisher auch nur in geringem Maße in Anspruch genommen worden ist. Vorteilhaft für die Unterhaltung der Gesamtanlage ist auch die unmittelbare Nachbarschaft des Bahnkraftwerks Dresden-Friedrichstadt, in dem ständig Tag- und Nachtdienst geleistet wird und dessen Personal bei etwaigen Störungen größeren Umfangs jederzeit herangezogen werden kann.

Die Seilablaufanlage. 1. Teil.

Betriebliche Grundlagen und allgemeine Beschreibung.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Frohne, Dresden.

Hierzu Tafel 14.

I. Betriebliche Grundlagen.

Die Zahlenwerte in der betriebswissenschaftlichen Untersuchung des Ablaufberges*) zeigten, daß eine wesentliche Erhöhung seiner Leistungsfähigkeit durch Beseitigung der vermeidbaren und Verminderung der unvermeidbaren Unterbrechungen möglich sein mußte. Eingehende Vergleiche zwischen den Ablaufzeiten verschiedener Züge brachten weiter die Erkenntnis, daß selbst bei den Zügen, bei denen keine eigentlichen Unterbrechungen festgestellt werden konnten, wesentliche Unterschiede in den durchschnittlichen Wagenfolgezeiten vorhanden waren, die in der Hauptsache auf das ungleiche Bremsen der Züge durch die sog. „Nachlasser“ zurückgeführt werden konnten. Das Nachlassen der Züge durch zwei bis drei auf den Zug verteilte Bremsen unter Bedienung der Handspindelbremsen brachte naturgemäß erhebliche Schwierigkeiten mit sich. Einmal konnten die Nachlasser wegen der Bogenlage der Ablaufgleise die Ablaufmannschaft nicht sehen. Bei ungünstiger Witterung, namentlich bei den in der Regel vorherrschenden Westwinden, waren die Signale des die Zuführungsgeschwindigkeit bestimmenden sog. „Verteilers“ häufig nicht zu hören, besonders, wenn auf den Nachbargleisen Züge einfuhren. Es kam dann häufig vor, z. B. bei Schwerläufern, daß die Ablaufmannschaft das Abhängen einstellen mußte, ohne daß die Nachlasser die Geschwindigkeit entsprechend verringerten. Die Züge rutschten bis an die ersten Verteilungsweichen durch und konnten infolgedessen nur mit verhältnismäßig geringer Geschwindigkeit abgelassen werden. Zum anderen waren auch die ungleichen Bremsverhältnisse die Ursache großer Schwierigkeiten. Je nachdem, ob ein Wagen beladen oder leer war, ob die Bremsen gut fasten oder nicht, ob die Bremsen die Ablaufsignale schnell beachteten oder nicht, und vor allen Dingen wie schnell und wie stark sie die Bremsen anzogen, immer traten Schwankungen in der Zuführungsgeschwindigkeit ein, die die Leistungsfähigkeit in ungünstigster Weise beeinflussten. Ein besonders nachteiliger Einfluß war ferner bei den den Ablauf kreuzenden Schleppfahrten deutlich zu bemerken. Die verantwortlichen Ablaufmeister ließen den Ablauf lieber zu früh als zu spät unterbrechen, um die Schleppzüge nicht zum Halten zu bringen, und sicherten den angehaltenen Ablaufzug noch durch Vorlegen besonderer Wagenvorleger, so daß vor und nach der Einfahrt wertvolle Zeit nutzlos verloren ging.

Die Erkenntnis dieser Hemmungsursachen führte zu dem Bestreben, durch mechanische Einrichtungen die Zahl der die

*) Vergl. Verf. „Betriebswissenschaftliche Untersuchungen“ in diesem Heft S. 4.

Zulaufgeschwindigkeit beeinflussenden Personen nach Möglichkeit zu verringern, ja wenn möglich, das alte Ziel aller rangiertechnischen Bestrebungen auf Verschiebebahnhöfen zu verwirklichen, nämlich eine Anlage zu schaffen, bei der die verantwortliche Leitung und Regelung der Zuführungsgeschwindigkeit in der Hand eines Mannes liegt.

Bei Beginn der Erörterungen über diese Frage waren ausgeführte Anlagen irgend welcher Art noch nicht vorhanden. Es bestanden zwei Möglichkeiten:

1. die Verwendung von Gleisbremsen,
2. die Verwendung von Seilen.

Gegen die Verwendung von Gleisbremsen sprachen folgende Gründe:

a) Die (damals) noch ungeklärte Frage, ob es mit den vorhandenen Gleisbremskonstruktionen überhaupt möglich sein würde, ganze Züge in der Neigung 1:100 auch bei ungünstigsten Verhältnissen (geringem Bahnwiderstand, Rückenwind) zu halten und bei kreuzenden Schleppfahrten sicher und rasch zum Stehen zu bringen.

b) Die ungeklärte Frage, ob mit Gleisbremsen eine genügend feine Regelbarkeit der Zulaufgeschwindigkeit und ein möglichst weiches, Wagen und Ladungen schonendes Arbeiten möglich sein würde.

Die Frage der Verminderung der Rangierschäden sollte bei der Wahl rangiertechnischer Neuanlagen immer von entscheidender Bedeutung sein; leider wird dieser Umstand zugunsten der Steigerung der Leistungsfähigkeit in der Fachliteratur nicht genügend betont. Für Dresden-Friedrichstadt war diese Frage insofern besonders wichtig, da hier sehr viel Wagen mit hochwertigen Fertigfabrikaten zum Ablauf kommen, die selbstverständlich eine sorgfältigere Behandlung erfordern, als ein reiner Massengutverkehr.

c) Die Festlegung des Ablaufpunkts. Zum Ausgleich von Laufunterschieden zwischen den verschiedenen Ablaufgruppen war es erforderlich, den den wechselnden Anforderungen des Ablaufs jeweils angepaßten veränderlichen Ablaufpunkt auch weiterhin beizubehalten, da es wegen der über die Ablauframpe einfahrenden Schleppzüge unmöglich ist, eine Steilrampe vorzusehen.

Die Vorteile des veränderlichen Ablaufpunkts sind leider in der Theorie und Praxis der Rangiertechnik noch nicht so bekannt geworden, wie sie es unbedingt verdienen. Im Aufsatz dieses Heftes „Ablauf mit veränderlichem Ablaufpunkt“ ist diese Frage näher behandelt.

d) Die Unmöglichkeit, eine Druckkraft auszuüben. Die Untersuchungen hatten ergeben, daß die durch die Neigung

1:100 gegebene Abtriebskraft wegen der Kurvenlage der Ablaufgleise und wegen des hohen Laufwiderstands einzelner Wagen in einzelnen Fällen nicht ausreicht, um die Züge, namentlich im Winter, sicher in Gang zu bringen*). Um dies zu erzwingen, waren entlang der Ablaufgleise Brechstangen verteilt, mit denen die Nachlasser und die Ablaufmannschaft in solchen Fällen die Züge durch Anzwicken in Gang brachten.

Die Möglichkeit, Druckkräfte ausüben zu können, war auch insofern von besonderer Bedeutung, als die in Dresden-Friedrichstadt zu schaffende Anlage Versuchsanlage für Umbauten auf solchen Bahnhöfen (z. B. Chemnitz-Hilbersdorf) werden sollte, auf denen die Neigung der Ablaufgleise noch geringer war oder bei Einbau einer Steilrampe noch geringer werden würde als in Dresden-Friedrichstadt.

Die vorstehend ausgeführten Bedenken gegen die Verwendung von Gleisbremsen ließen die Durchbildung einer nach völlig anderen Grundgedanken arbeitenden Anlage notwendig erscheinen. Selbstverständlich war hierbei zu fordern, daß die Wirtschaftlichkeit gewahrt blieb und daß der erforderlichen Verzinsung des Anlagekapitals unmittelbare Ersparnisse an Lokomotiv- und Personalkosten und mittelbare Ersparnisse durch Steigerung der Leistungsfähigkeit und Erhöhung der Sicherheit gegenüberstanden.

II. Allgemeine Beschreibung.

Bei der Seilablaufanlage in Dresden-Friedrichstadt sind drei Hauptteile zu unterscheiden:

- A. Die eigentliche Seilablaufanlage und die Einrichtungen zu ihrer Bedienung.
- B. Die Signaleinrichtungen.
- C. Die sicherungstechnischen Einrichtungen.

Beim Entwurf stand von Anfang an die Frage im Vordergrund, ob diese drei an sich völlig selbständigen Gebiete miteinander in zwangläufige Abhängigkeit gebracht werden sollten oder nicht. Es ist klar, daß eine vollständige Unabhängigkeit dieser drei Gebiete die wirtschaftlichste Lösung ergibt. Auf der anderen Seite wäre aber dadurch die Bedienung der Anlage verhältnismäßig sehr verantwortungsreich geworden. Insbesondere erschien der Ablaufmeister im Reiterstellwerk dadurch so belastet, daß ihm die Leitung des gesamten Schlepp- und Ablaufbetriebs nebenbei kaum noch übertragen werden konnte. Diese Erwägungen führten dazu, die weitestgehende Lösung zu wählen, d. h. die Bedienungseinrichtungen mit den Signal- und Sicherungsanlagen in vollständige Abhängigkeit zu bringen. Auf die technische Beschreibung der gegenseitigen Abhängigkeiten soll jedoch im ersten Teil dieses Aufsatzes nicht näher eingegangen werden.

A. Die eigentliche Seilablaufanlage und die Einrichtungen zu ihrer Bedienung.

1. Bei der eigentlichen Seilablaufanlage hat man einen mechanischen Teil und einen elektrischen Teil zu unterscheiden.

a) Der mechanische Teil**) besteht aus der Streckenausrüstung und der Antriebsmaschine.

Bei der Streckenausrüstung hat man das Seil mit den Seilwagen, die der Seilführung dienenden Seilscheiben und Seilrollen und die Spanngewichte zu unterscheiden.

Die Frage, ob endliche oder endlose Seile anzuwenden waren, wurde durch die Forderung, Druckkräfte auf den Zug ausüben zu können, bestimmt. Sie führte zur Wahl endloser Seile, da sich diese Lösung als billiger herausstellte als ein end-

*) Vergl. hierzu die Ausführungen von Wöhrle über Nürnberg, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Heft 12 vom 30. Juni 1926, S. 254.

**) Entworfen und ausgeführt von der Gesellschaft für Förderanlagen, Ernst Heckel, Saarbrücken.

liches Seil mit einer zweiten Antriebsstation am talseitigen Ende der Ablaufgleise. Um an Kosten zu sparen, wurde jedoch nicht für jedes Gleis ein unendliches Seil vorgesehen, sondern es wurden je zwei Gleise miteinander gekuppelt (vergl. Abb. 1, Taf. 14). Läuft das Seil in dem einen Gleis talwärts, so läuft es gleichzeitig im gekuppelten Gleis bergwärts und umgekehrt. Es wurden dabei Gleis 1 mit 3 und Gleis 2 mit 4 gekuppelt, da aus betrieblichen Gründen beim Ablauf die Reihenfolge der Berggleise 4, 3, 2, 1 eingehalten werden muß. Auf diese Weise ist während des Ablaufs auf einem Gleise (z. B. 4) Zeit vorhanden, den nächsten Zug (in diesem Fall auf Gleis 3) mit dem Seil zu verbinden.

Die Aufgabe, Eisenbahngüterwagen mit durchgehenden, außerhalb des lichten Raumes liegenden Seilen in Verbindung zu bringen, ist schon von jeher schwer lösbar gewesen. Bei der bisher bekannten Verwendung von Seilen in Rangierbetrieben (Spillanlagen) handelt es sich in der Hauptsache um Bewegung einzelner Wagen in waagrecht oder nur wenig geneigten Gleisen. Hierbei ist es unbedenklich, den Angriffspunkt aus

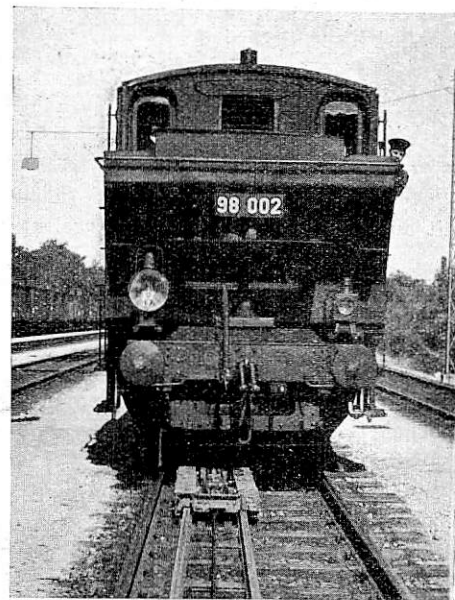


Abb. 1. Seilführung.

der Symmetrieachse des Wagens herauszulegen, da die auftretenden Kräfte verhältnismäßig gering sind. Dies war natürlich im vorliegenden Fall nicht möglich. Auch der Pendelseilbetrieb zwischen Erkrath und Hochdahl, der vom Jahre 1841 bis 1927 bestanden und sich gut bewährt hatte, bot keine Anhaltspunkte, da es sich hier um ein endliches Seil handelte, das unmittelbar am Zughaken des ersten Wagens befestigt wurde. Bei dem Auftreten so großer Kräfte wie im vorliegenden Fall kam — wie aus den nachstehenden Darlegungen noch näher hervorgehen wird — nur eine Seillage in Frage, bei der die waagrechte Ebene unter der unteren Umgrenzungslinie des lichten Raumes liegt und bei der die senkrechte Ebene möglichst mit der Symmetrieebene der Wagen zusammenfällt. Die Verbindung des Seiles mit dem Zuge ist aber in dieser Lage schwierig, da der einzige mögliche Angriffspunkt für große Zugkräfte, nämlich der Zughaken, etwa 0,94 bis 1,065 m über Schienenoberkante liegt. Schwierig ist auch weiterhin, diese Verbindung so auszugestalten, daß neben den Zugkräften auch Druckkräfte ausgeübt werden können. Von den verschiedenen Möglichkeiten (weiteres hierüber s. 2. Teil) wurde schließlich die sicherste, aber auch die teuerste ausgewählt, die eine zwangläufige Seilführung dadurch gewährleistet, daß auf einem Schmalspurgleis innerhalb des Vollspurgleises ein profilfreier, in das Seil eingebundener Wagen läuft. Dieser Seilwagen wird

sowohl durch sein Gewicht als auch durch horizontale Führungsrollen zwangläufig in der Seilebene gehalten. Für die Konstruktion des Seilwagens einschließlich Führungsgleis stand der Raum zwischen der unteren Umgrenzungslinie des lichten Raumes und der Schwellenoberkante zur Verfügung. Da von den Betriebsbeamten außerdem gefordert wurde, daß für die im Gleis arbeitenden Lockerhänger noch ein genügender Platz vorhanden sein sollte, war auch die Ausbildung des Wagens in der Breite stark beschränkt (vergl. Abb. 1). Es

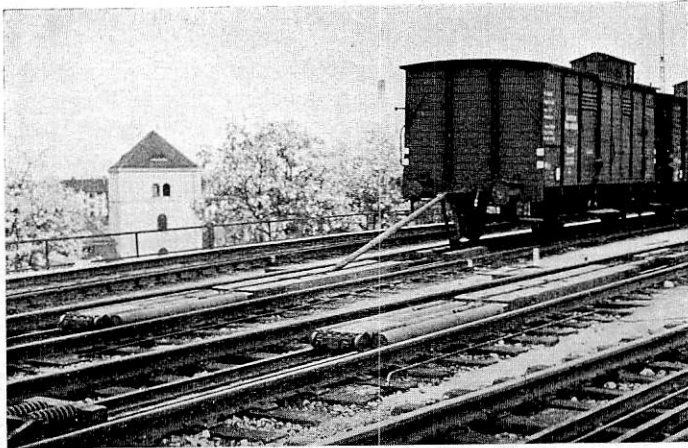


Abb. 2.

Seilwagen mit aufgerichteter und mit niedergelegter Deichsel.

ist ohne weiteres klar, daß erhebliche Schwierigkeiten zu überwinden waren, um unter diesen Verhältnissen etwas einwandfreies zu schaffen.

Die schließlich gewählte Lösung, die von Ingenieur Dietrich, München, und Direktor Vohmann der Firma Heckel, Saarbrücken stammt, ist aus Abb. 2, 3 und 4 zu

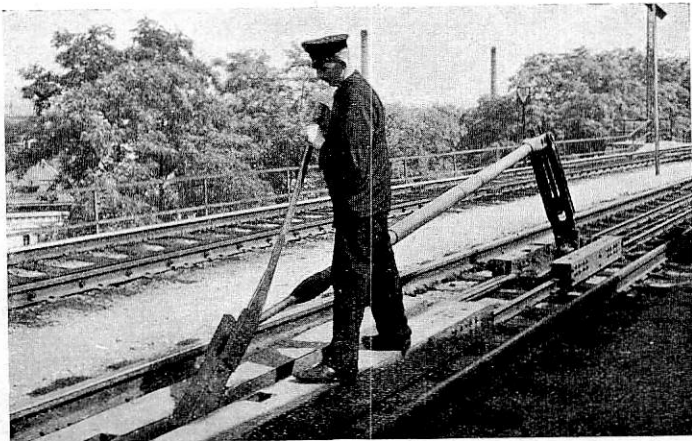


Abb. 3. Aufrichten der Deichsel.

ersehen. Sie besteht aus einer profilmäßig umlegbaren mit einer besonderen Stütze versehenen Deichsel, an der das Kuppelgeschirr befestigt ist. Die Zugkräfte werden hierbei durch einen normalen Kupplungsbügel, die Druckkräfte durch einen dazwischen liegenden Stößel übertragen. Näheres hierüber s. 2. Teil dieses Aufsatzes.

Beim Seil sind zwei Teile zu unterscheiden, und zwar das sog. Oberseil, das die beiden Seilwagen des gekuppelten Gleispaars über die Antriebsmaschine verbindet, und das Unterseil, das über das Spanngewicht führt. Maßgebend für die Größbemessung des Oberseiles waren die größten vorkommenden Zugkräfte. Es wurde angenommen, daß diese beim Abbremsen eines schweren Zuges auftreten, und es wurde infolgedessen die

Forderung gestellt, daß Züge von 1200 t Gewicht in der Neigung 1:100 aus der Geschwindigkeit von 1,5 m/sec noch auf 50 m angehalten werden können. Die Rechnung führte zu einem Seil von 26 mm Durchmesser. Die Rechnungsgrundlagen und die Umstände, die schließlich zu noch höheren Beanspruchungen geführt haben, sind im 2. Teil eingehend behandelt. Für das Unterseil, das eine Stärke von 16 mm erhielt, ist, wie aus nachfolgenden Darlegungen näher hervorgeht, die Größe des Spannungsgewichts maßgebend.

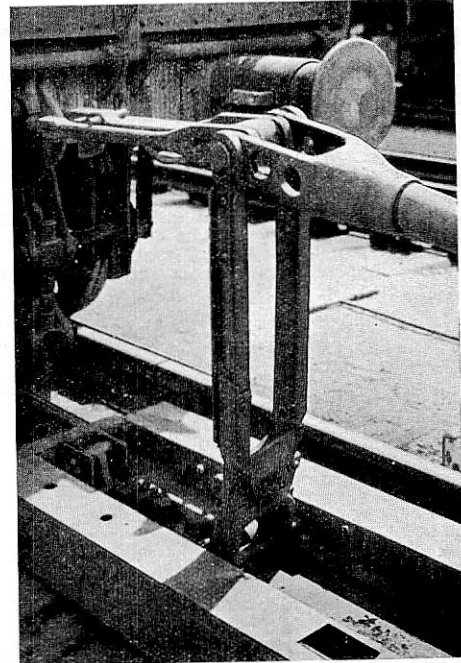


Abb. 4. Kuppelgeschirr.

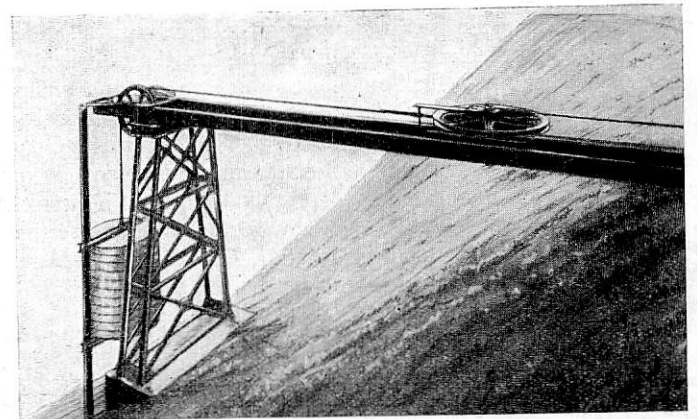


Abb. 5. Spanngewicht.

Das aus Betonplatten bestehende Spanngewicht greift, wie Abb. 5 zeigt, an einem auf einer Gleitbahn beweglichen Spanschlitten an. Dieser trägt eine Seilscheibe, um die das Unterseil geführt ist. Das Spanngewicht hat drei Aufgaben: Einmal soll es den Ausgleich bei Längenänderungen des Seiles — sei es durch Temperaturschwankungen, durch elastische Dehnungen oder infolge der natürlichen Längung — herbeiführen, zum anderen soll es die Gegenspannung schaffen, um das Seil mit der Karlikscheibe zu verbinden, und endlich ist es bestimmend für die Größe der Druckkräfte, die auf den Zug ausgeübt werden sollen. Zur Erfüllung des Temperatur- und Längenausgleichs brauchte die Größe des Spannungsgewichts nur gering zu sein. Auch zur Erzielung der erforderlichen Gegen-

spannung an der Karlikscheibe wäre ein Gewicht von etwa 2 t, wie aus den Darlegungen im 2. Teil noch näher hervorgeht, ausreichend gewesen. Die Größe des Spanngewichts, die zu 3,6 t gewählt wurde, war vielmehr in erster Linie bestimmt durch die Größe der Druckkräfte, die auf den Zug ausgeübt werden sollen.

Aus der Skizze Abb. 2, Taf. 14 geht der Einfluß des Spanngewichts ohne weiteres hervor. Wenn an der Antriebsmaschine A eine Kraft im Sinne der Pfeilrichtung ausgeübt wird, so entsteht im Seiltrumm [Antriebsmaschine (A) — Spanngewicht (S) — Zug (Z)] eine entsprechende Zugkraft, die sich auf den Zug als Druckkraft (D) auswirkt. Wenn diese Zugkraft größer wird als $\frac{P}{2}$, so wird das Spanngewicht ange-

hoben, das Seilstück zwischen Antriebsmaschine und Zug wird spannungslos, und es tritt in der Antriebsmaschine ein Seilrutsch auf. Hieraus geht hervor, daß die auszuübenden Druckkräfte niemals die halbe Größe des Spanngewichts abzüglich der Reibungsverluste übersteigen können. Je größer die Druckkräfte werden sollen, um so mehr muß das Spanngewicht erhöht werden, um so größer wird aber damit auch die dauernde Belastung des Seiles. Für den vorliegenden Fall wurden Druckkräfte von 1,0 bis 1,5 t für ausreichend erachtet, und es wurde infolgedessen das Unterseil zu 16 mm Durchmesser bestimmt.

Die Führung des Seiles auf der Strecke erfolgt durch Seilrollen und Seilscheiben. Die Seilrollen sind in der Geraden als einfache Tragwalzen, im Bogen als sog. Kurvenrollen ausgebildet (vergl. Abb. 6). Bei größeren Ablenkungen des Seiles aus seiner Hauptrichtung sind Seilscheiben mit Führungsrille angeordnet.

Die Antriebsmaschine (vergl. Abb. 7). Zur Regelung der Geschwindigkeit der ablaufenden Züge sind zwei Antriebsmaschinen vorhanden, je eine für Gleispaar 1/3 und 2/4. Jede besteht aus vier Hauptteilen: der Karlikscheibe, dem Zahnradvorgelege, den mechanischen Bremsen und dem Motor.

Die Karlikscheibe dient zur Übertragung der Bewegungen des Zuges und damit des Seiles auf die Antriebsmaschine und umgekehrt. Diese Übertragung erfolgte bisher bei Förderanlagen in Bergwerken usw. entweder durch Reibung, wie bei den Seiltrummeln oder durch Klemmwirkung, wie bei Seilscheiben mit Kniehebelklemmen. Die im ersten Falle erforderliche mehrrollige Seilscheibe benötigt wegen ihrer Gegenseiben sehr viel Platz. Bei der zweiten Lösung wird durch die starke Klemmwirkung ein Zerquetschen der Seile hervorgerufen. Um diese Nachteile zu vermeiden, wurde in Dresden-Friedrichstadt eine sog. Karlikscheibe angewendet, bei der das Seil nur teilweise um eine Seilscheibe von 2500 mm Durchmesser geschlungen ist, und bei der zu der gewöhnlichen Reibung noch eine Klemmwirkung durch zahlreiche über den gesamten Umfang der Seilscheibe verteilte besonders konstruierte Klemmen erzielt wird. Näheres hierüber s. 2. Teil. Durch diese Ausführung, die sich bisher gut bewährt hat, war die wichtigste Aufgabe, jede Bewegung des Seiles und damit des Zuges auf die Antriebsmaschine zu übertragen, gelöst.

Die vom Seil auf die Karlikscheibe übertragenen Kräfte (nur diese Krafrichtung soll im folgenden weiter betrachtet werden; für die umgekehrte Richtung, Ausübung von Kräften von der Antriebsmaschine über das Seil auf den Zug, gilt natürlich sinngemäß das Gleiche) bewirken entsprechend der verhältnismäßig geringen Geschwindigkeit der ablaufenden Züge eine nur langsame Umdrehung der Seilscheibe. Zur Übersetzung dieser geringen Geschwindigkeit auf eine Umlaufzahl, die der des Antriebsmotors entspricht, dient das Zahnradvorgelege. Dieses hat eine Übersetzung von 1:72 bis zur Motorwelle.

Auf der Motorwelle sitzen die mechanischen Bremsen und der Motor.

Die mechanischen Bremsen sollen bei Unterbrechungen des Ablaufs oder nach seiner Beendigung die Seilanlage nur zum Halten bringen, während die Regelung der Geschwindigkeit während eines Ablaufs auf elektrischem Wege durch den Motor erreicht wird. Es sind zwei mechanische, sog. Betriebsbremsen

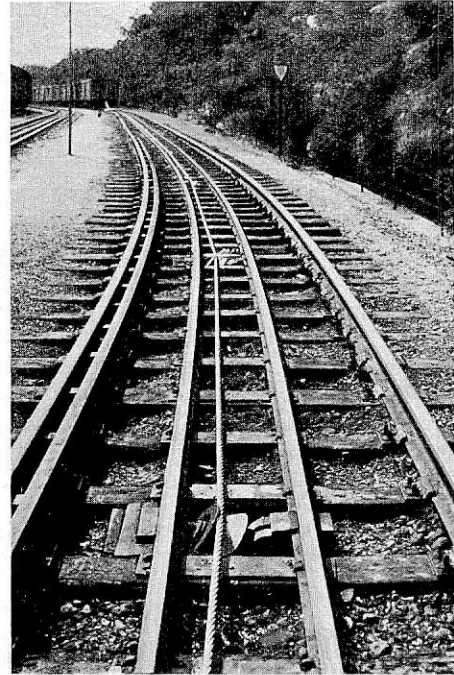


Abb. 6. Führung des Seiles im Bogen.

vorhanden, von denen die eine, bei jedem Ablauf arbeitende, als Hauptbetriebsbremse bezeichnet wird. Sie besitzt eine Bremskraft von 9,0 t (am Umfang der Karlikscheibe gemessen). Die zweite, kleinere Bremse, ist eine Zusatzbremse von 3,0 t Bremskraft. Die Trennung in zwei Bremsen wurde gewählt,

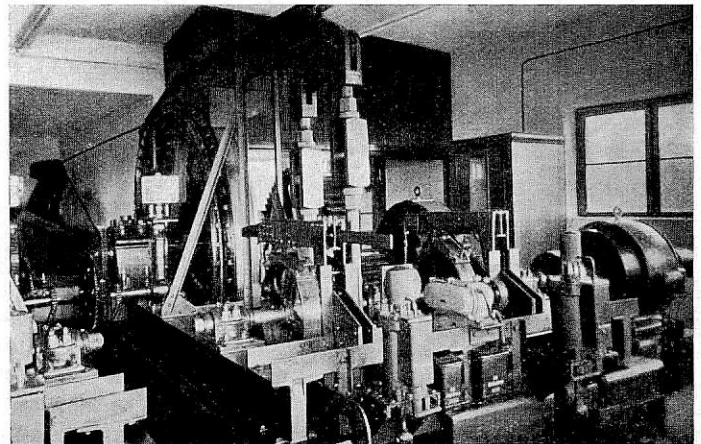


Abb. 7. Antriebsmaschinen.

weil es unnötig erschien, bei den in der Regel vorkommenden Zuggewichten von 700 bis 900 t ständig mit der größten Bremskraft zu arbeiten. Auf der anderen Seite war es aber erforderlich, insgesamt soviel Bremskräfte zur Verfügung zu haben, daß der schwerste Zug mit dem geringsten Laufwiderstand aus der größten Geschwindigkeit (1200 t aus 1,5 m/sec) auf 50 m einwandfrei zum Halten gebracht werden kann. Dies ist gewährleistet, wenn zu der Hauptbetriebsbremse die Zusatzbremse hinzugeschaltet wird. Beide Bremsen werden elektrisch gelüftet und sind so geschaltet, daß sie bei einem Wegbleiben des Stromes selbsttätig einfallen; auch sind sie mit

sog. Ölpuffern versehen, die eine allmähliche Steigerung der Bremskraft herbeiführen. Sie waren ursprünglich als Bandbremsen ausgebildet, wurden aber später, da sich diese Ausführungsart nicht bewährt hat, in Backenbremsen umgebaut. Näheres s. 2. Teil.

Die Antriebsmaschinen befinden sich im Antriebshaus, das am Ende des Ablaufberges steht (Abb. 8).

b) Der elektrische Teil*) der Seilablaulanlage hat die Aufgabe, die ablaufenden Züge je nach Bedarf abzubremsen oder anzutreiben. Er besteht aus dem Motor an der Antriebsmaschine und dem Leonardmaschinensatz.

Für die Ausbildung des elektrischen Teils waren zwei Bedingungen maßgebend; die Bedienung der Seilablaulanlage muß ohne besondere Vorkenntnisse von jedem Rangiermeister nach kurzer Zeit erlernt werden können und sie muß diesem Zeit lassen, neben der eigentlichen Regelung der Zuggeschwindigkeit alle zur Leitung des gesamten Ablaufgeschäftes erforder-

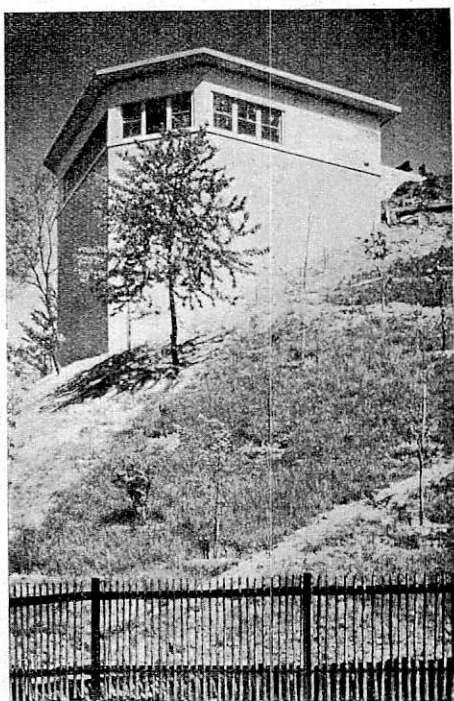


Abb. 8. Antriebshaus.

lichen Handlungen — in der Hauptsache Bedienung der Fernsprech- und Lautfernprechanlagen, Anweisung des Stellwerkärterers u. dergl. mehr — auszuüben. Diese Bedingungen erschienen bei Anwendung der sog. Leonardschaltung, die im 3. Teil eingehend beschrieben ist, am vollkommensten erfüllt. Diese Schaltung ermöglicht es — kurz gesagt —, den Motor auf der Welle der Antriebsmaschine — im folgenden Antriebsmotor genannt —, mit einer bestimmten genau regelbaren Drehzahl laufen zu lassen, und zwar gleichgültig, ob die mit dem Motor gekuppelte Anlage angetrieben oder abgebremst werden muß. Das Sinnreiche und für den vorliegenden Fall besonders Geeignete dieser Schaltung liegt darin, daß der Antriebsmotor selbsttätig als Motor oder als Generator läuft, je nachdem ein Kraftzuschuß erforderlich ist oder ein Kraftgewinn eintritt. Der Leonardmaschinensatz ist in dem benachbarten Bahnkraftwerk untergebracht. Er besteht aus den Steuermaschinen — für jeden Antrieb eine —, einem Drehstrommotor und einer besonderen Erregermaschine. Weiteres siehe im 3. Teil.

*) Entwurf: Gesellschaft für Oberbauforschung und Rangiertechnik, Berlin. Ausführung: Siemens-Schuckertwerke

2. Die Einrichtungen zur Bedienung der Seilablaulanlage.

Die Seilablaulanlage kann von zwei Stellen aus bedient werden: Am Ende des Ablaufberges, wo der Seilwagen angehängt werden muß (Anhängepunkt) und am Fuße des Ablaufberges, wo die Steuerung der am Seil ablaufenden Züge erfolgt (Bedienungsstand). Selbstverständlich ist eine gleichzeitige Bedienung ausgeschlossen. In der Grundstellung liegt die Befehlsgewalt am Anhängepunkt.

Am Anhängepunkt war die Aufgabe zu lösen, den Seilwagen in die zum Anhängen richtige Stellung zu bringen und den Zug in seinem letzten Teil etwas auseinanderzuziehen, um ein Lösen der Verbindung zwischen Zug und Seilwagen unmöglich zu machen und das Anfahren zu erleichtern. Die Geschwindigkeit des Seilwagens konnte dabei gering sein. Da das Anhängen dem Wärter der Lokomotivdrehweiche als Zusatzaufgabe übertragen werden sollte, war darauf zu achten,

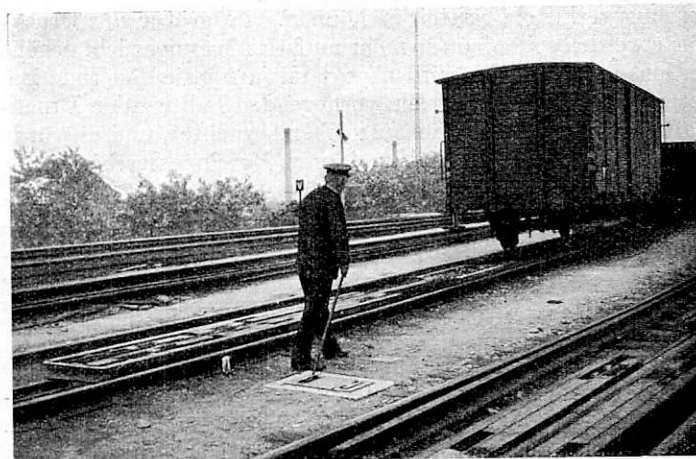


Abb. 9. Steuerschalter am Anhängepunkt.

daß die Bedienung möglichst einfach war. Die gewählte Lösung sieht zwei zwischen den Gleisen 1/2 und 3/4 versenkt eingebaute Steuerschalter und einen Signalschrank vor. Die Bedienung der Steuerschalter ist aus Abb. 9 zu ersehen. Die Steuerschalter selbst sind einfache Wechselschalter, die sich selbsttätig in die Ruhelage einstellen. Da es nicht erforderlich war, die Geschwindigkeit des Seilwagens zu verändern und da auch nur geringe Beanspruchungen in Frage kamen, wurde der Antriebsmotor durch den Steuerschalter nicht auf die Steuermaschine, sondern auf die Erregermaschine geschaltet. Näheres s. 3. Teil. Auf den Signalschrank wird unter B. näher eingegangen.

Die Bedienungsstände zur Bedienung der Seilablaulanlage befinden sich in der Reiterstellerei am Ablaufpunkt (Abb. 10).

Es sind zwei vollkommen gleiche, parallel geschaltete Bedienungsstände vorhanden; vom Bedienungsstande I wird der Ablauf auf den Gleisen 1 und 2 gesteuert, vom Bedienungsstande II der Ablauf auf den Gleisen 3 und 4. Jeder Bedienungsstand besteht aus einem Signalpult, zwei Steuerpulte (je einem für Gleispaar 1/3 und 2/4) und einem Beipult (vergl. Abb. 11).

Auf dem Signalpulte befinden sich Signallampen und Signaldruckknöpfe, auf dem Beipulte verschiedene Hilfsschalter und Einrichtungen, auf deren Bedeutung unten näher eingegangen wird. Die Steuerpulte enthalten in der Hauptsache die Schalter mit den zugehörigen Kennlampen und die Steuerräder.

Die Schalter — in der Form von Druckknopfschaltern — dienen zum Einschalten und Wiederanhalten der Antriebs-

maschine. Für jedes Gleis ist ein Schalter „Ein“ (a) zum Ingangsetzen des Seilwagens in der Richtung nach dem Ablaufpunkte zu vorhanden. Mit dem Eindrücken dieses Druckknopfes wird gleichzeitig die Hauptbetriebsbremse an der Antriebsmaschine gelüftet und der Antriebsmotor mit der niedrigsten Geschwindigkeit eingeschaltet. Die Wirkung des Schaltvorgangs kann am Aufleuchten einer Kennlampe (b)



Abb. 10. Anordnung der Bedienungsstände in der Reiterstellerei.

festgestellt werden. Zum Anhalten der Antriebsmaschine ist für jedes Gleispaar ein Druckknopf „Halt“ (c) vorhanden, bei dessen Betätigung die Hauptbetriebsbremse einfällt und nach einiger Zeit selbsttätig der Antriebsmotor abgeschaltet wird. Die sehr interessante Lösung des stoßfreien Übergangs von der elektrischen zur mechanischen Bremsung ist im 2. und 3. Teil näher behandelt.

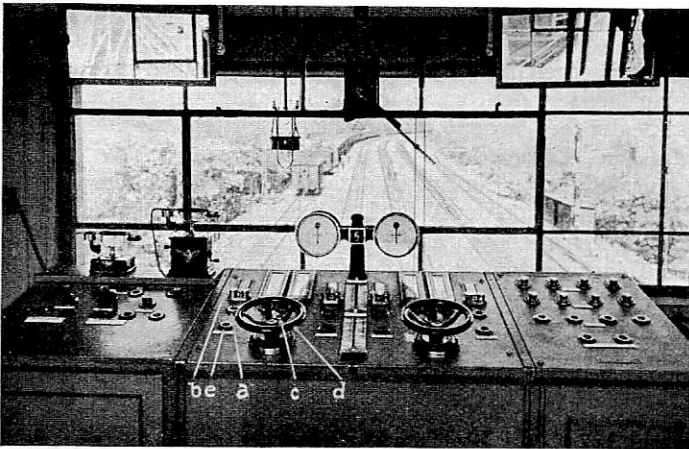


Abb. 11. Bedienungsstand.

Zur Regelung der Geschwindigkeit der Ablaufzüge dient das Steuerrad (d). Es steht mechanisch mit einem Satz abgestufter Widerstände, dem sog. Regler, in Verbindung. Bei jeder Bewegung des Steuerrades nach rechts wird Widerstand abgeschaltet und dadurch die Erregung der Steuermaschine im Leonardmaschinensatz erhöht und umgekehrt bei jeder Bewegung des Steuerrades nach links entsprechend verringert.

Als Bedienungseinrichtung ist ferner noch ein Druckknopf „Steuergewalt, Aus“ (e) anzusprechen, bei dessen Betätigung sämtliche Lampen erlöschen und die Anlage wieder in die Grundstellung gebracht, die Befehlsgewalt also an den Wärter am Anhängepunkt zurückgegeben wird.

Die übrigen Einrichtungen an den Bedienungsständen werden unter B. und C. mitbehandelt.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LXVIII. Band. 1. u. 2. Heft 1931.

B. Die Signaleinrichtungen.

Es sind drei Hauptgruppen von Signalen zu unterscheiden:

1. Signale zwischen dem Ablaufmeister am Bedienungspunkt und dem Drehweichenwärter am Anhängepunkt,
2. Signale zwischen dem Ablaufmeister und der Ablaufmannschaft,
3. Signale, die dem Ablaufmeister anzeigen, ob ein eingeleiteter Schaltvorgang einwandfrei ausgelöst hat.

1. Die einfachste und billigste Lösung einer Verständigung zwischen Ablaufmeister und Drehweichenwärter wäre mittels Fernsprecher — gegebenenfalls unter gleichzeitiger Eintragung in ein Fernsprechbuch — möglich gewesen. Der Zeitverlust bei diesem Verfahren wäre jedoch für den Drehweichenwärter zu groß geworden, so daß schon von Anfang an eine Lampensignalisierung gewählt wurde, die dann in vollkommene Abhängigkeit mit den Bedienungsschaltern gebracht wurde.

Grundsätzlich war vom Drehweichenwärter an den Ablaufmeister nur die Meldung „Zug ist angehängt“ zu geben, da im

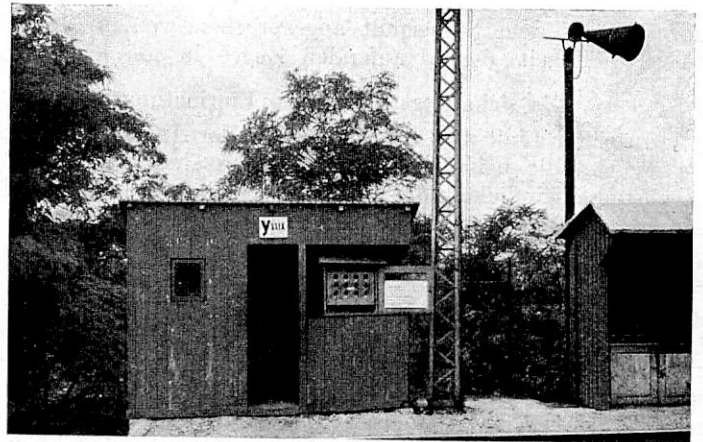


Abb. 12. Signaltafel am Anhängepunkt.

Ruhezustande die Befehlsgewalt beim Drehweichenwärter liegt, der den Auftrag hat, jeden Zug sofort nach der Einfahrt anzuhängen. Die Meldung „Zug ist angehängt“ wird vom Drehweichenwärter für ein bestimmtes Gleis durch Drücken eines entsprechenden Druckknopfes auf der Signaltafel (Abb. 12) gegeben, wobei eine rote Lampe aufleuchtet. Beim Ablaufmeister erscheint das Signal durch Aufleuchten einer weißen Lampe auf dem Signalpult. Mit dem Drücken des Druckknopfes „Zug ist angehängt“ gibt der Drehweichenwärter gleichzeitig die Steuerfähigkeit an den Ablaufmeister ab. Dieser gibt sie nach Beendigung eines Ablaufes dadurch zurück, daß er durch Drücken des auf jedem Steuerpult vorhandenen Druckknopfes mit der Bezeichnung „Steuergewalt, Aus“ den Ruhezustand wiederherstellt.

2. An Signalen sind zu geben:

- vom Ablaufmeister an die Ablaufmannschaft: „Handbremsen lösen“,
- von der Ablaufmannschaft an den Ablaufmeister: „Zug lockergehängt“, „Handbremsen gelöst“ und „Seilwagen gesichert“.

Der Ablaufmeister gibt das Signal „Handbremsen lösen“ für ein Gleis durch Betätigen eines Druckknopfes mit der Bezeichnung „Bremsen lösen“ auf dem Signalpult, wobei für das betreffende Gleis auf dem Steuerpult eine Kennlampe und an der bergseitigen Außenwand der Reiterstellerei ein Lichttagessignal aufleuchtet. Die Meldung der Ablaufmannschaft an den Ablaufmeister „Zug lockergehängt“ wird durch Druckknöpfe, die sich am Anfang und Ende der Ablauf-

gleise befinden, gegeben. Sie erscheint durch Aufleuchten entsprechender Signallampen auf dem Signalpult.

Die Signale „Handbremsen gelöst“ und „Seilwagen gesichert“ der Ablaufmannschaft an den Ablaufmeister sind Rangiersignale.

3. Sämtliche Schaltvorgänge werden durch Aufleuchten oder Erlöschen von Kennlampen bestätigt. Im einzelnen soll auf diese Signale hier nicht näher eingegangen werden.

Es wurde eingangs bereits betont, daß Schalt- und Signalanlagen grundsätzlich in Abhängigkeit gebracht wurden, um eine größtmögliche Sicherheit zu erzielen. So ist z. B. der Drehweichenwärter nicht mehr in der Lage, den Seilwagen zu verfahren und damit den Kupplungsbügel wieder herauszunehmen, wenn er das Signal „Zug ist angehängt“ abgegeben hat. Ebenso kann der Ablaufmeister einen Zug durch Drücken des Druckknopfes „Ein“ auf einem bestimmten Gleise erst dann in Gang setzen, wenn die Signallampen „Zug ist angehängt“ und „Zug lockergehängt“ brennen und wenn er das Signal „Handbremsen lösen“ an die Ablaufmannschaft gegeben hat. Diese Anordnung hat sich durchaus bewährt.

Als Signaleinrichtung kann auch der Geschwindigkeitsanzeiger auf dem Steuerpult angesprochen werden, der die Geschwindigkeit des ablaufenden Zuges in m/sek anzeigt.

C. Die sicherungstechnischen Einrichtungen.

In erster Linie sind die Anlagen an der Antriebsmaschine zu nennen, die bei einer Überschreitung einer festgesetzten Höchstgeschwindigkeit die Antriebsmaschine selbsttätig stillsetzen. Dies ist einmal der Fliehkraftschalter am Antriebsmotor, der bei einer Drehzahl von 850 (Seilgeschwindigkeit von 1,55 m/sec) den Hauptstromkreis unterbricht und dadurch die Hauptbetriebsbremse selbsttätig zum Einfallen bringt. Der Fliehkraftschalter geht selbsttätig in die Bereitschaftsstellung zurück. Ferner ist ein von der Motorwelle angetriebener mechanischer Zentrifugalregler vorhanden, der bei einer Seilgeschwindigkeit von mehr als 1,9 m eine — im vorhergehenden noch nicht erwähnte — Sicherheitsbremse zum Einfallen bringt. Diese Sicherheitsbremse ist eine große Backenbremse, die unmittelbar an der Karlikscheibe angreift. Sie ist als äußerste Sicherheit bei einem Wegbleiben des elektrischen Stromes und gleichzeitigem Versagen der Betriebsbremse oder bei einem Bruch im Zahnradvorgelege gedacht. Diese Bremse muß durch Aufwinden mit Hand wieder in die Bereitschaftsstellung gebracht werden.

Weiterhin sind als sicherungstechnische Anlagen die Einrichtungen zu bezeichnen, die selbsttätig den Strom des Bremsmagneten von der Hauptbetriebsbremse abschalten, wenn eine bestimmte Bremsstromstärke oder Druckstromstärke überschritten wird. Dies sind die sog. Maximal- und Rückstromrelais. Diese Relais werden selbsttätig wieder eingeschaltet, wenn der Ablauf von neuem eingeleitet wird.

An sicherungstechnischen Anlagen auf der Strecke sind zwei Einrichtungen vorhanden: Einmal die sog. Endausschalter, die sich am oberen Ende einer jeden Fahrbahn der Seilwagen befinden. Überfährt der Seilwagen eine bestimmte Endstellung, so unterbricht der Endausschalter die Stromkreise der Hauptbetriebs- und der Zusatzbremse und bringt dadurch diese beiden Bremsen zum Einfallen. Ferner die sog. Schienenkontakte, die verhindern sollen, daß beim Nachlassen eines Zuges (Heranführen des nächsten Zuges an den Ablaufpunkt während des Ablaufs eines Zuges) ein bestimmter Gefahrpunkt überschritten wird. Erreicht die unterste Achse des nachgelassenen Zuges den Schienenkontakt, so wird durch Abschalten des Stromes die Hauptbetriebsbremse selbsttätig zum Einfallen gebracht. Als sicherungstechnische Anlagen müssen auch die in jedem Seilbahngleise vorhandenen Schienenkontakte bezeichnet

werden, die als Vorsignale für die Endausschalter angesprochen werden können. Sie bringen beim Überfahren durch die Seilwagen Lampen auf dem Steuerpulte des Ablaufmeisters zum Aufleuchten, die diesen darauf aufmerksam machen sollen, daß sich der Seilwagen bis auf etwa 30 m dem Ende seiner Fahrbahn genähert hat.

Es gehören ferner hierher die sog. „Gefahrsirenen“, durch die der Ablaufmeister den Befehl: „Ablaufzug besetzen“ an die Ablaufmannschaft zu geben hat, wenn er merkt, daß sich aus irgend einem Grunde ein noch nicht angehängter Zug in Bewegung setzt oder daß ein Zug zerrissen ist u. dergl. mehr.

III. Die Bedienung der Seilablaufanlage.

Im folgenden wird die Bedienung der Seilablaufanlage im Zusammenhang nochmals kurz beschrieben:

Nach der Einfahrt eines Schleppluges auf dem Ablaufberg, die beendet ist, wenn die am Schlusse des Zuges sitzenden beiden Bremsen ihre Handspindelbremsen geschlossen haben, wird die Schlepplokomotive vom Drehweichenwärter abgehängt. Sobald nun der Drehweichenwärter die Befehlsgewalt für das betreffende Gleispaar hat, hängt er sofort den Seilwagen an. Zu diesem Zweck fährt er mit Hilfe des Steuerschalters den Seilwagen in die Kuppelstellung, richtet die Deichsel auf, sichert sie und kuppelt den Seilwagen an. Sodann steuert er die letzten Wagen des Zuges noch eine kurze Strecke bergwärts, um ein selbsttätiges Auskuppeln unmöglich zu machen. Damit sind die Arbeiten am Zuge beendet, und er begibt sich nunmehr an die Signaltafel und drückt den Druckknopf „Zug ist angehängt“ für das betreffende Gleis. Hierbei leuchtet die rote Lampe für dieses Gleis auf, die ihm anzeigt, daß die Befehlsgewalt und die Steuermöglichkeit an den Ablaufmeister auf dem Reiterstellwerk übergegangen ist. Diese Arbeiten nehmen insgesamt im Durchschnitt 0,75 Min. in Anspruch.

Die Meldung „Zug ist angehängt“ kommt beim Ablaufmeister als Aufleuchten einer dem Ablaufgleis entsprechenden Signallampe auf dem Signalpult an, ebenso die Meldung „Zug lockergehängt*“). Brennen beide Lampen, so kann der Ablaufmeister den zugehörigen Druckknopf „Handbremsen lösen“ drücken, womit er durch ein Lichttagessignal den Auftrag zum Lösen der Handspindelbremsen an die Ablaufmannschaft gibt. Der Zug ist ablaufbereit, sobald diese Bremsen gelöst sind. Wenn der Ablauf beginnen kann, genügt ein Druck auf den Druckknopf „Ein“, um den Zug in Gang zu setzen. Der Ablaufmeister hat nun den Zug zunächst durch Drehen des Steuerrades nach rechts auf die durchschnittliche Ablaufgeschwindigkeit zu bringen und diese dann durch Drehen des Steuerrades nach rechts oder links so zu verändern, wie es nach dem Rangierzettel und nach dem Arbeiten der Ablaufmannschaft erforderlich ist, um einen möglichst schnellen Ablauf zu erzielen. Muß der Ablauf aus irgend einem Grunde unterbrochen werden, so hat er lediglich den Druckknopf „Halt“ zu drücken, um den Ablaufzug nach wenigen Metern Bremsweg zum Halten zu bringen.

Der Ablauf des nächsten Zuges wird bereits während des vorhergehenden Ablaufs eingeleitet. Die Kunst des Ablaufmeisters besteht darin, diesen Zug so an den Ablaufpunkt heranzuführen, daß ein lückenloser Betrieb erreicht wird. Ist der letzte Wagen eines Zuges abgehängt, so hat ein Mann der Ablaufmannschaft die Deichsel niederzulegen und in der profilmfreien Lage zu sichern. Diese Arbeit dauert insgesamt nur etwa 20 Sek.; sie ist gewöhnlich beendet, noch bevor der letzte Wagen die erste Verteilungsweiche erreicht hat. Der Ablaufmeister hat nunmehr den Druckknopf „Steuergewalt, Aus“ zu drücken, wobei sämtliche Lampen für das betreffende

*) Aus betrieblichen Gründen ist seit einiger Zeit das sog. Lockerhängen in die Einfahrgruppe verlegt worden. Bewährt sich dies, so kann auf diese Meldung verzichtet werden.

Gleis auf dem Signal- und Steuerpult verlöschen. Gleichzeitig verlischt auch die zugehörige rote Lampe auf der Signaltafel des Drehweichenwärters; hierdurch ist diesem die Befehlsgewalt wieder zurückgegeben, und er hat sofort den nächsten Zug im gekuppelten Gleis anzuhängen.

IV. Kosten, Erfahrungen, Ausblicke.

Die Angabe von Anlagekosten für rangiertechnische Neuanlagen wird in der Literatur meistens vermieden, weil jede Erstaussführung einen sehr hohen Kostenanteil für Entwurfsbearbeitung, Versuche u. dergl. zu tragen hat. Dies trifft besonders für solche Neuanlagen zu, bei denen, wie im vorliegenden Falle, vollkommen neue Gedanken in die Tat umgesetzt werden. Gewöhnlich wird auch bei Erstaussführungen, um Fehlschläge nach Möglichkeit zu vermeiden, sowohl konstruktiv wie auch sicherungstechnisch zu sicher gearbeitet, so daß auch hierdurch die Kosten höher werden. Trotzdem wäre die vorstehende Darstellung ohne eine Kostenangabe, die es dem Leser ermöglicht, sich unter Berücksichtigung der vorstehend erwähnten Einschränkungen ein Bild von der Wirtschaftlichkeit dieser Neuanlage und den weiteren Anwendungsmöglichkeiten zu machen, unvollständig.

Insgesamt betragen die Anlagekosten für den mechanischen, elektrischen und baulichen Teil auf ein Gleis verteilt etwa 90000 *R.M.* Es steht zu erwarten, daß dieser Preis unter Berücksichtigung der gemachten Erfahrungen bei weiteren Ausführungen mindestens auf 70000 *R.M.*/Gleis gesenkt werden kann.

Die Betriebskosten betragen im Durchschnitt des ersten Betriebsjahres bei einer durchschnittlichen täglichen Abladeleistung von 7000 Achsen etwa 8,40 *R.M.*/Tag, sind also verschwindend gering. Näheres über die Frage, warum überhaupt Betriebskosten und nicht ein Gewinn an Kilowattstunden eintritt, s. 3. Teil.

Die Unterhaltungsarbeiten sind im Durchschnitt des ersten Jahres mit etwa 4 bis 5 Stunden/Tag anzusetzen. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß für die Unterhaltung der ununterbrochene Ablauf zweifellos gewisse Schwierigkeiten bietet, da kaum Zeit zur Verfügung steht, die laufenden Arbeiten, wie das Schmieren der Seile und Seilrollen vorzunehmen. Immerhin brauchte zur Ausführung von Unterhaltungsarbeiten die Anlage in den 12 Monaten nach den letzten baulichen Ergänzungen nur insgesamt 86 Stunden während des Betriebs stillgesetzt zu werden. Die übrigen Arbeiten konnten während des Betriebs und in den Essens- und sonstigen Betriebspausen ausgeführt werden. Diese Angabe läßt einen hohen Grad von Betriebstüchtigkeit erkennen, namentlich wenn man berücksichtigt, daß die Antriebsmaschinen ohne jede Aufsicht fast ununterbrochen laufen.

Den Ausgaben stehen Ersparnisse gegenüber, und zwar an Personal (Nachlasser) sieben Mann. Hierzu kommen die zahlenmäßig nicht faßbaren Ersparnisse, die durch Steigerung der Leistungsfähigkeit des Verschiebebahnhofes, Verbesserung des Wagenumlaufs, Verminderung der Rangierschäden und Unfälle und Verringerung der Fehlläufer eingetreten sind. So ist es z. B. möglich gewesen, im Jahre 1929 bei einer Jahresleistung von 1050000 Wagen, das sind arbeitstäglich etwa 3500 Wagen Ablauf, eine täglich dreistündige Betriebspause, die an Personalersparnis etwa 20 Mann brachte, während des ganzen Jahres durchzuhalten, so daß die Anlage neben ihren betrieblichen Vorzügen auch als eine durchaus wirtschaftliche Lösung angesprochen werden kann. Es ist besonders bemerkenswert, daß sie sich auch bei Schnee und strenger Kälte ganz einwandfrei bewährt hat, und daß vor allen Dingen die große Belastungsprobe, die der außerordentlich strenge Winter 1928/29 gebracht hat, glänzend überstanden wurde. Die Anlage konnte ständig in Betrieb gehalten werden und hat

sich durch die Möglichkeit, Druckkräfte auszuüben, gerade damals als besonders vorteilhaft erwiesen.

Das gesamte Personal arbeitet mit der Anlage gern. Auch das ist ein Zeichen für ihren praktischen Wert, da sämtliche Rangieranlagen zwecklos sind, die das Personal nicht gern oder gar widerwillig benutzt.

Wenn sich auch die Anlage in ihrer grundsätzlichen Anordnung gut bewährt hat, so haben sich doch selbstverständlich auch beim Bau und Betrieb noch Mängel herausgestellt, die bei Neuanlagen vermieden werden können. So waren im mechanischen Teil anfänglich Schwierigkeiten vorhanden, eine gleichmäßige Zunahme der mechanischen Bremskraft beim Einschalten der Hauptbetriebsbremse zu erreichen. Dieser Nachteil wurde dadurch beseitigt, daß Ölpuffer und an Stelle der Bandbremsen Backenbremsen eingebaut wurden (Näheres s. 2. Teil). Ein zweiter Mangel des mechanischen Teils liegt in der geringen Konstruktionshöhe des Seilwagens. Dieser Mangel wirkt sich darin aus, daß die niedrigen Laufrollen eine im Verhältnis zur übrigen Anlage große Unterhaltungsarbeit erfordern (etwa 22% der gesamten Unterhaltungsarbeiten). Diese Frage ist von grundsätzlicher Bedeutung. Es möchte unbedingt angestrebt werden, die untere Umgrenzungslinie für Lokomotiven der für Wagen anzugleichen, da sonst bei der baulichen Durchbildung und in der Unterhaltung sämtlicher rangiertechnischen Anlagen (auch der Gleisbremsen, Beschleunigungsantriebe u. dergl. mehr) Schwierigkeiten entstehen oder unnötige Zusatzeinrichtungen zum Absenken notwendig werden, die die Anlage- und Unterhaltungskosten wesentlich erhöhen.

Bei der theoretischen Behandlung nicht genügend berücksichtigt waren die auftretenden Schwingungen. Der am Seil hängende Zug ist keine einheitliche Masse, sondern eine Summe einzelner Massen, zwischen denen durch die Kupplungen Relativbewegungen möglich sind. Diese sind um so größer, je stärker ein Zug zerlegt werden muß, weil dadurch die Zahl der zum Abhängen „lockergehängten“ Kupplungen größer ist. Durch diese Bewegungen im Zug treten Stöße auf, die irgendwie aufgenommen werden müssen. Die nicht ausreichenden wissenschaftlichen Grundlagen dieser Erscheinungen führten zu zwei Seilbrüchen. Die von Fachleuten [Geheimrat Prof. Dr. Ing. Bennoit, Karlsruhe, Dr. Ing. Bäseler, München, Direktor Vohmann (Gesellschaft für Förderanlagen), Saarbrücken, Direktor Meyer (Gesellschaft für Oberbauforschung) Berlin, Ingenieur Dietrich, München, Dipl.-Ing. Bloch, München u. a.] angestellten theoretischen Erörterungen brachten wichtige Erkenntnisse. Zur Verringerung des ungünstigen Einflusses dieser Schwingungen bieten sich drei Möglichkeiten: Einmal kann die Masse des Antriebs so klein gemacht werden, daß sie sich in kürzester Zeit beschleunigen kann, zum anderen kann eine Rutschkupplung eingebaut werden, durch die die zu beschleunigenden Massen von der übrigen Masse des Antriebs getrennt werden oder die Elastizität des Seiles muß so erhöht werden, daß das Seil ohne weiteres in der Lage ist, die in Frage kommenden Stöße aufzunehmen. Die namentlich von Ing. Dietrich, München, mit großer Zähigkeit durchgeführte praktische Bearbeitung der theoretischen Erkenntnisse führte zu einer wesentlichen Verringerung der im Antrieb zu beschleunigenden Massen und zu einer Vergrößerung des elastischen Gliedes zwischen Zug und Antriebsmaschine durch Einschaltung eines Federwagens zwischen Seil und Seilwagen. Hierdurch ist eine praktisch ausreichende Sicherheit gegen Stöße geschaffen. Eine Rutschkupplung würde die vollkommenste Lösung bringen. Die Erörterungen hierüber führten aber nicht zu einem praktischen Versuch, da sowohl die vorhandenen theoretischen Erkenntnisse und Versuchsergebnisse als auch die Ausführungen in der Praxis für den vorliegenden Fall

nicht als ausreichend anzusehen waren. Näheres hierüber s. 2. Teil.

Im elektrischen Teil der Anlage traten anfänglich beim Anhalten dadurch Schwierigkeiten ein, daß mit dem Drücken des Haltknopfes die elektrische Bremskraft sofort aufhörte, während die Wirkung der mechanischen Bremse, bei der aus den oben angegebenen Gründen ein möglichst gedämpftes Einfallen angestrebt wurde, erst nach einer gewissen Zeit einsetzte. In der Zwischenzeit war zunächst überhaupt keine Bremskraft vorhanden; der Zug konnte sich frei weiter beschleunigen, und es trat sogar Schlappseilbildung auf. Mit zunehmender Bremskraft der mechanischen Bremse wurde nun der unbelastete Antrieb schnell angehalten und es traten beim Wiedereinhängen des Zuges in das Seil zum Teil ziemlich erhebliche Stöße auf. Dieser Nachteil wurde durch eine Schaltungsänderung beseitigt. Beim Drücken des Haltknopfes wird nunmehr zunächst nur die mechanische Bremse eingesetzt; die elektrische Bremswirkung hört erst dann auf, wenn die mechanische Bremskraft den vollen elektrischen Bremswert erreicht hat. Schwierigkeiten bereitete ferner ein zeitweise aufgetretenes Nachlassen der elektrischen Bremskraft der Motoren. Durch Änderung der Feldstärke der Motoren konnte hier Abhilfe geschaffen werden.

Nach diesen Änderungen und Ergänzungen hat die Anlage seit nunmehr zwei Jahren voll zufriedenstellend gearbeitet.

Als weiteres Ergebnis der praktischen Betriebsführung ist in diesem Zusammenhang noch zu erwähnen, daß in der Zahl

und gegenseitigen Abhängigkeit der Signal- und Sicherheitseinrichtungen vielleicht etwas zu weit gegangen wurde. Die große Sicherheitsbremse mit Zentrifugalregler könnte z. B. entbehrt werden, namentlich dann, wenn an Stelle der Zusatzbremse eine elektrisch gesteuerte Luftdruckbremse vorhanden wäre. Auf die Schienenkontakte zur Sicherung beim Nachlassen könnte ebenfalls verzichtet werden. Von den elektrischen Instrumenten ist nur der Stromanzeiger erforderlich; der Spannungsmesser kann unbedenklich entbehrt werden. Nicht vorhanden, aber außerordentlich wünschenswert erscheint dagegen eine Einrichtung, die selbsttätig — am besten akustisch — anzeigt, wenn Seilrutsch eintritt. Dies kann dann vorkommen, wenn beim Andrücken ein zu großer Widerstand (z. B. feste Bremse) im Zuge vorhanden ist.

Die weitere Verwendung des Seiles im Ablaufbetrieb dürfte nach der Richtung hin zu suchen sein, daß die Möglichkeit, neben Zugkräften auch Druckkräfte auszuüben, noch weiter ausgenutzt wird. Selbstverständlich ist dann eine Lösung anzustreben, die es gestattet, die Druckkräfte auf die Puffer zu übertragen. Ist dies erreicht, dann wird es möglich sein, mit der Neigung der Ablaufgleise beliebig weit herunterzugehen. Die in Dresden-Friedrichstadt anfangs aufgetretenen konstruktiven und betrieblichen Schwierigkeiten werden sich bei Anlagen, in denen die Relativbewegungen zwischen den einzelnen Wagen infolge der geringeren Abtriebskräfte weniger zur Auswirkung kommen können, wesentlich verringern.

Die Seilablaufanlage. 2. Teil.

Die maschinentechnischen Einrichtungen der Seilablaufanlage.

Von Ing. J. Dietrich, München.

Hierzu Tafel 15.

In der vorausgehenden allgemeinen Beschreibung wurde ohne störendes Beiwerk von Einzelheiten ein Gesamtbild der Seilablaufanlage gegeben. Über den Zweck der Hauptteile und ihr Wirken als Teil des Ganzen dürfte danach Klarheit bestehen. Ungeachtet dessen soll auch in nachstehendem Gelegenheit gegeben werden, sich in Einzelheiten hinsichtlich historischer Entwicklung, Entwurfsarbeit und praktischer Erfahrung zu vertiefen.

1. Der Entwurf der Seilablaufanlage.

Für den mitunter starken Verkehrsanfall rechnet der Betrieb mit bestens ausgelasteten Schleppzügen, die auch in kürzest möglicher Zeit zerlegt werden müssen. Die Fördermaschine muß also die Aufgabe erfüllen können, einen Zug von $G = 1200$ t Gesamtgewicht, bestehend aus 40 Gutläuferwagen zu je 30 t Gewicht und 2,0 kg/t Widerstand, mit der Höchstgeschwindigkeit $v = 1,5$ m/sec ablaufen zu lassen und im Bedarfsfalle in der Neigung 1:100 auf höchstens fünf Wagenlängen oder 50 m Bremsweg stillzusetzen.

Rechnet man mit diesen Angaben, so steckt schon eine gewisse Sicherheit im Ansatz; denn in Wirklichkeit wird wohl immer die Belastung der Anlage, auch bei so schweren Zügen, kleiner sein. Die Begründung dafür bringt nachstehende einfache Überlegung.

Die 40 Wagen füllen die kaum 400 m langen Ablaufgleise vollends aus. Damit der Zug überhaupt auf eine Geschwindigkeit von 1,5 m/sec kommt, braucht er einen bestimmten Weg. Dieser ist, unter Berücksichtigung der Eigen- und Bogenreibung, entsprechend einer Eigenbeschleunigung $b = (0,01 - 0,002 - 0,001) \cdot 9,81 = 0,0687$ m/sec²,

$$s = \frac{v^2}{2b} = \frac{1,5^2}{2 \cdot 0,0687} = 16,4 \text{ m.}$$

Er hat somit fast zwei Wagenlängen zurückgelegt und wäre dabei sicher in die erste Kreuzung hereingerutscht.

Diesem Vorgang dürfte aber der Verteiler kaum untätig zusehen, sondern er wird mindestens zwei, wenn nicht drei Wagen schon abhängen. Der Zug ist also bestimmt leichter geworden, wenn nun eine Stillstandsbremung erfolgen soll.

Gemäß der Rechnungsgrundlage wird die Bremskraft

$$P_2 = \frac{G \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot s} = \frac{1200 \cdot 1,5^2}{9,81 \cdot 2 \cdot 50,0} = 2,75 \text{ t}$$

und die Schwerkraft $P_1 = 1200 \cdot (0,01 - 0,002) = 9,600$ t, wenn

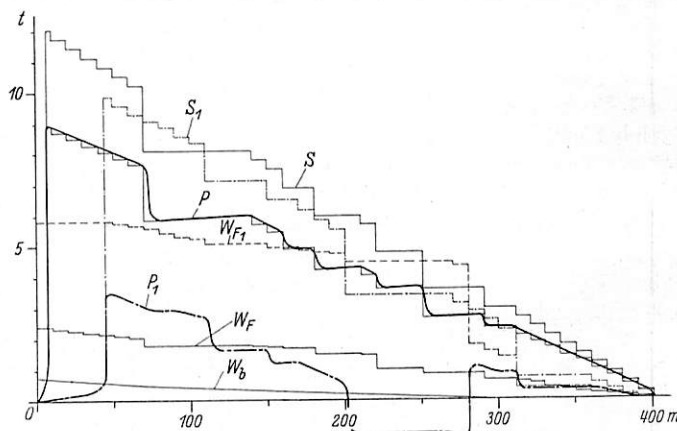


Abb. 1. Kräfte am Zughaken des letzten Wagens beim Ablauf am Seil.

die Bogenreibung der Sicherheit halber unberücksichtigt bleibt. Die gesamte Seilspannung würde dann ohne Einschluß weiterer Spannungen durch dynamische Vorgänge anderer Art $P = P_1 + P_2 = 9,600 + 2,750 = 12,35$ t sein.

In Schaubild Abb. 1 sind zwei Beispiele eines Zugablaufs dargestellt. Einmal wird ein Gutläuferzug von 1200 t Gewicht mit 2⁰/₁₀₀, und andererseits ein 980 t-Zug mit 6⁰/₁₀₀ Eigenwiderstand im Einzelwagen- und Wagengruppenablauf zerlegt.

Das zweite Beispiel zeigt, wie ein Bremswagen, dessen Bremsbacken während des halben Ablaufs ziemlich stark anlagen, den Ablauf beeinflussen kann.

Es bedeuten S und S_1 jeweils die reine Schwerkraft, W_f und W_{f1} den Fahrzeugwiderstand und W_b den Bogenwiderstand. Nach Abtragen von W_f bzw. W_{f1} und W_b an S bzw. S_1 bleibt von Fall zu Fall die Kraft übrig, mit der der Zug am letzten Zughaken auf seiner Geschwindigkeit gehalten werden kann. Die Kurve des 980 t-Zuges läßt erkennen, daß er infolge des gebremsten Wagens auf halber Ablauflänge überhaupt keine eigene Triebkraft mehr hat. Er muß sogar angetrieben werden, wenn der Ablauf nicht ins Stocken kommen soll. Beim anderen Zug dagegen bleibt immer ein Überschuß an Schwerkraft.

a) Bestimmung eines Halteseiles.

Diese Ermittlungen der Seilkräfte geben zunächst einigen Anhalt zur Bestimmung der Seilabmessungen.

Dr. Ing. Heilandt gibt in seiner Schrift*) eine Berechnungsweise für Drahtseile an, die zwar die noch zu erwartenden Nebenspannungen schon berücksichtigt, aber in der Hauptsache auf rasch bewegte, an Seilen frei hängende Massen angewendet werden soll. Man könnte wohl die dort vorgeschlagenen Gleichungen für unseren Sonderfall umformen, doch dürften dabei Seilabmessungen herauskommen, die zu teuren, schweren Antrieben für eine Ablaufanlage führen.

Die Erfahrungen mit Personenstandseilbahnen oder anderen Seilbahnen haben gezeigt, daß dünne, hochbeanspruchte Seile, infolge ihrer besten Werkstoffausnutzung und Schmiegsamkeit, eine größere Lebensdauer aufweisen, als die dickeren nur mit größerer statischer Sicherheit gewählten Seile.

Gesetzliche Bestimmungen über Seilsicherheiten in derartigen Förderanlagen, wie sie die Dresdener Seilablaufanlage darstellt, sind in Deutschland nicht bekannt, folglich bestand in dieser, wie in technischer Hinsicht keine Veranlassung, eine größere als drei- bis vierfache Bruchsicherheit anzunehmen.

Eine rechnerische Seilbruchlast von etwa 36 bis 37 t dürfte dem Charakter der Anlage durchaus entsprechen. Die Wahl fiel auf ein Seil von 26,0 mm Durchmesser mit einer rechnerischen Bruchlast von 37 200 kg. Das Erfordernis bester Schmiegsamkeit führte zum Vorschlag eines verhältnismäßig dünnadrätigen, sechslitzigen Seiles von 6×37 Drähten zu je 1,2 mm Durchmesser und 160 kg/mm² Bruchfestigkeit. Da sich nach alten Erfahrungen wegen der größeren Flechtdichte Gleichschlagseile besser halten als Kreuzschlagseile, deren mitunter lockeres Geflecht zu schädlichen Drahtstauchungen Anlaß gibt, war der erstgenannten Bauart der Vorzug zu geben. Dem stand aber wieder der Nachteil fehlender Drallfreiheit entgegen. Felten & Guillaume, Karlswerk, Köln-Mühlheim, verwirklichte inzwischen einen neuen Gedanken, nämlich die Drähte und Litzen der Langschlagseile, entsprechend der Schraubenlinie des Drahtes im fertigen Seil, schon vor dem Verdrillen auf der Maschine vorzuformen. Ist also das Seil unbelastet, so kann man den einzelnen Draht nahezu oder praktisch spannungsfrei annehmen.

Bei der Herstellung eines gewöhnlichen Seiles werden zunächst die glatten Drähte zu Litzen verdrillt und dabei mehrfach um die Hanfseele gebogen, dann werden weiter die Litzen um die Hauptseele zum Seil geflochten. Daß dabei dem Einzeldraht schon eine bleibende Biegungsspannung mitgeteilt wird, ist klar. Wird endlich das Seil noch stark auf Zug beansprucht, so erfährt der Einzeldraht eine zusammengesetzte Beanspruchung und wird deshalb nicht mehr die Zugbeanspruchung ertragen können, wie ein vorgebogener,

*) Heilandt, „Berechnung der Drahtseile unter Berücksichtigung der Seilschwingungen.“ Verlag Oldenbourg, München.

aber nach der Biegung entspannter Draht. Die gewöhnlichen Seile haben auch noch die unangenehme Eigenschaft, daß beim Seilbruch sich die Drähte entspannen und dabei die Drahtbesen herumgeschleudert werden, wodurch Leute, die sich in der Nähe aufhalten, gefährdet werden können.

Die sehr lehrreichen Versuche von Woernle, Stuttgart*), bestätigen vieles und geben über manche hier nicht angeschnittene Frage Aufschluß.

b) Seil und Zug.

Soweit zunächst das Seil und nun die andere Frage: Wie verbindet man Seil und Zug?

Die Beantwortung dürfte leichter möglich sein, wenn wir wieder die betrieblichen Grundlagen betrachten. Dort ist schon auf die Notwendigkeit des Andrückens der Züge näher eingegangen worden. Schaubild Abb. 1 bringt zum Ausdruck, daß der eine Zug infolge anliegender Bremsklötze an einem Wagen keinen Abtrieb mehr hat und deshalb angedrückt werden muß.

Es mag vielleicht einigen Reiz haben, hier eine kleine Entwicklungsgeschichte einzuschalten.

Begreiflicherweise neigte man anfangs dazu, es mit dem Einfachsten zu versuchen, also den Zug an ein offenes Seil zu hängen, das eine Trommel ab- und aufzuwickeln hätte. Der schlechtlaufende Zug sollte nötigenfalls mit einer Art Rangierwinde kurz angezogen werden. Dieser Vorschlag erwies sich jedoch bei näherer Betrachtung des Ganzen als unbrauchbar. Einmal liegen die Berggleise im Bogen; das vom Zug gespannte Seil würde sich in die Sehne einstellen und dabei womöglich noch das Nachbargleis voll überschneiden. Eine einfache Nachrechnung der angenäherten Parabel des etwa 1,0 m über S. O. angehängten Seilendes ergibt eine schwebende Seillänge

$$l = \sqrt{2 \cdot \frac{P}{\gamma} \cdot y},$$

worin P = Zugspannung im Seil, γ = Metergewicht des Seiles, y = Höhe der Ordinate bedeuten.

$$l = \sqrt{\frac{2 \cdot 12350 \cdot 4,1}{2,38}} = 107 \text{ m.}$$

Bei dieser Länge hatte die Seilsehne im Gleisbogen von 350 m Halbmesser eine Pfeilhöhe von $h = \frac{53,5^2}{2 \cdot 350} = 4,1 \text{ m.}$

Andererseits wäre die Bedienung der Hilfswinde vom hochgelegenen Bedienungsstand aus kaum möglich; es müßte also stets eine Hilfsmannschaft bereit sein und gerade die sollte gespart werden. Das Hauptseilende durch einen Ballastwagen zu beschweren, der aber eine besondere Schmalspurbahn erforderte, hätte wohl eine Seilführung in der Krümmung gebracht; doch dieser einzige Vorteil rechtfertigte die Mehrkosten keineswegs. Ein weiterer Mangel des offenen Seiles ist der, daß jedes Gleis seinen eigenen Antrieb braucht.

Besser war schon ein anderer Vorschlag, der ein geschlossenes Seil vorsah, das durch ein Gleispaar zu legen war. Die Verbindung mit dem Zug geschah über zwei in je einem Strang der Schleife eingespleißte Kuppelseile. Der Verband dieser Seile mit dem Hauptseil war so gedacht, daß in beiden Richtungen Zugkräfte übertragen werden konnten. Die Seilführung hatten besonders geformte Leitrollen zu übernehmen. An sich wäre diese Anordnung billig gewesen; sie vermeidet vor allem eine teure Hilfsbahn, gewährleistet aber nur eine sichere Seilführung, so lange die Spannung in einem Zweigseil nicht viel größer wird als etwa die zweifache Vorspannung in der Schleife. Dieser Entwurf mußte wegen jener Unzulänglichkeit ausscheiden und es erübrigt sich deshalb auch, näher auf ihn einzugehen.

*) Woernle, Beitrag zur Klärung der Drahtseilfrage. V. D. J. Bd. 73, Nr. 13 von 1929.

Das Neue an der Seilablaufanlage war die Aufgabe, für das unter der Umgrenzung des lichten Raumes hinziehende Förderseil eine Verbindung mit dem etwa 0,94 bis 1,065 m (T.V.) über Schienenoberkante stehenden Zughakenmittel zu finden, die andererseits aber eine sichere Führung des Hauptseiles in den im Bogen liegenden Gleisen gewährleistete. Die entgegengesetzt gerichteten Zugkräfte bilden in dem erwähnten Abstand ein Kräftepaar, dem ein anderes, entgegengesetztes den Gleichgewichtszustand bringen muß. Dieses Gegenkräftepaar müßte einerseits am Zughaken nach aufwärts und in der Seilebene an einer Führungsbahn nach abwärts gerichtet sein. Die Verbindung zwischen Haken und Führungsbahn wurde zweckmäßig starr vorgesehen, damit nicht nur gezogen oder gebremst, sondern auch gestoßen oder gedrückt werden kann. So entstand der auf der Hilfsbahn laufende Hilfswagen mit Stoßbaum, später Deichsel genannt.

Der besonders geformte Deichselkopf war am Zughaken anzuhängen und mit einem Bolzen zu verriegeln. Die Eisenbahnfahrzeuge waren sonach mit einem Element auf Zug und Druck mit dem Seil verbunden.

Aber es blieb die Frage, ob die durchgehenden Zugstangen unserer Eisenbahnfahrzeuge die Druckkräfte ohne Knickgefahr und die Zughakensäfte die senkrechte Gegenkraft ohne Formänderungsgefahr aufzunehmen imstande sind. Die Zugvorrichtungen unserer Fahrzeuge sollten also ganz neue Beanspruchungen erfahren, für die sie vorweg nie bestimmt waren.

Erst vor kurzem wurde mir bekannt, daß amerikanische Eisenbahngesellschaften ganz ähnliche Hilfsfahrzeuge bei ihren Schrägaufzügen benutzen. Dort bestehen aber keine Schwierigkeiten, da jene Fahrzeuge bereits Mittelpuffer haben, die dann auch bei diesem Seilbetrieb ganz gewöhnliche Beanspruchungen erleiden.

Es bedurfte vorerst genauer Untersuchungen über die verantwortbaren Höchstdruckkräfte auf den Zughaken. Eine Hauptgefahr bedeuteten die durchgehenden Zugstangen unserer SS-Wagen; sie weisen jedenfalls die größte freie Knicklänge auf. Rechnerisch läßt sich zwar die Höchstkraft, bei der die elastische Ausbiegung zur unelastischen wird, mit Sicherheit erfassen. Die Eulerschen Formeln schließen sogar so viel Sicherheit ein, daß, nach ihnen gerechnet, überhaupt keine wesentlichen Druckkräfte mehr zulässig wären. Diese Zugstangen würden hiernach schon bei 770 kg ausknicken.

Eine gute Prüfung der Rechnung und die genaue Kenntnis der in der Gleichung eingeschlossenen Sicherheit hat untrüglich die Druckprobe im Ausbesserungswerk Zwickau an einem SS-Wagen gebracht. An einem dazu hergerichteten Prüfstand ließ sich die Zugstange in den verschiedensten Belastungsfällen, etwa mit strenger oder loser Führung des Hakensäftes oder genau zentrischen oder schiefen Druckes, bis zum Anliegen an den Querverbindungen des Wagenrahmens durchknicken. Die dazu nötigen Drücke unterschieden sich von der Rechnung ganz wesentlich nach der günstigen Seite hin. Stets ging die Stange in ihre Ursprungsform zurück; die Verbiegung blieb somit innerhalb der Elastizitätsgrenze. Die gefundenen Belastungszahlen sind in Schaubild Abb. 2 zusammengefaßt.

Die Ausübung von Drücken bis etwa 2,0 t am Zughaken erwies sich sonach auch für die langen Wagen als unbedenklich; für den gewöhnlichen gedeckten Güterwagen mit nur etwa 9,2 m langer Zugstange besteht überhaupt keine Gefahr, da die zulässige Belastung mit dem Quadrat der Stabverkürzung zunimmt.

2. Ausführung des Seilwagens.

Grundsätzlich wird bei einer einfachen Deichsel nur der Seilkraft eine andere Richtung gegeben, aber nicht, was zweckmäßiger ist, die Kraft parallel von Schienenkopfebene auf Zughakenhöhe verschoben. Diese Aufgabe erfüllt nur ein

völlig geschlossenes Dreieck, d. h. die Deichsel muß noch eine Stütze haben. Es entsteht ein Moment in der Vertikalebene des Geräts, dem ein nur am Hilfsfahrzeug allein angreifendes Kräftepaar das Gleichgewicht hält. Das Zugglied des Eisenbahnfahrzeugs entbehrt dadurch jeder biegender Kraft; hat also nur Zug- und neuerdings auch Druckkräfte aufzunehmen.

Das starre Dreieck bringt zwar die Seilkraft in die Höhe des Zughakens, kann aber die Höhenänderungen des gefederten Eisenbahnfahrzeugs nicht mitmachen. Ein Gelenkstück, etwa ähnlich der üblichen Reichsbahnkupplung, müßte das Höhenspiel ausgleichen.

Der größte Unterschied der Hakenhöhe zwischen leeren und vollen Wagen wird in den T. V. zu 125 mm angegeben. Den auf mittlerer Hakenhöhe entstehenden oberen Schnittpunkt der Dreieckseiten, zugleich Hauptgelenk, verbindet ein etwa 0,85 m langer Kuppelbügel mit dem Haken. Das Neigungsverhältnis von Zugkrafttrichtung zu Hakenachse kann dann höchstens $\frac{0,0625}{0,85} = 1:13,6$ werden. Die biegende Seitenkraft

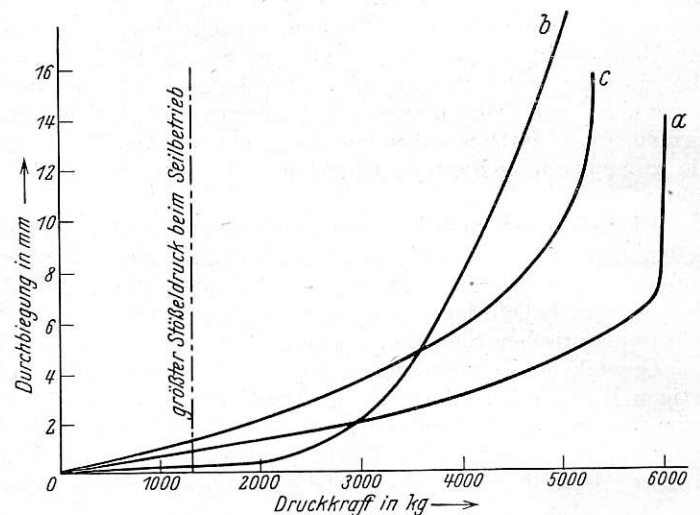


Abb. 2. Knickprüfung der Zugstange eines SS-Wagens.

- a) Zugstange ohne seitliches Spiel.
- b) Zugstange in der Führung anliegend.
- c) Zugstange in der Führung beiderseits 40 mm Spiel.

würde dann erst bei der Seilbruchlast den Wert $\frac{37,2}{13,6} = 2,74$ t

annehmen und den Haken noch elastisch verbiegen. Ist aber einmal das Seil nahe der Bruchlast, so nimmt man einen frühzeitigen Hakenbruch gerne hin. Vor einem Kupplungsbruch erschrickt der Eisenbahner nicht mehr.

Das Andrücken der Züge zu ihrer Beschleunigung geschieht über einen ebenfalls um den oberen Dreieckbolzen schwingenden, zwischen den Bügelsäften eingebauten Stoßel. Sein schalenförmiger Kopf paßt sich gut der Zughakenase an. Er reitet mittels vorstehender Stifte auf den Bügelsäften. Zum leichten Einhängen kann der Bügel über eine Langlochöse eine Relativbewegung zum Fahrzeug ausüben; andernfalls würde er sich nicht über die Hakenase ziehen lassen. Das vermehrte Bügelgewicht durch den stets aufliegenden Stoßel vermeidet ein ungewolltes Ausspringen des Bügels bei etwaigen Schwingungen zwischen ablaufendem Zug und dem Hilfsfahrzeug. Die Form von Stoßel und Bügel und ihren Verband mit dem Zughaken läßt die Abb. 1, Taf. 15 gut erkennen.

Das Langloch im Bügel kann aber wieder einen Nachteil haben. Wird der Zug vom Stoßel beschleunigt, so tritt einmal der Zustand ein, daß der Zug infolge des plötzlich weichenden inneren Widerstandes ganz unter der Wirkung seiner Schwerkraft steht und eine größere Geschwindigkeit annimmt als der Hilfswagen mit dem Antrieb. Aber ängstlich war der Schaden

dieses Leergangs nicht zu nehmen, wie auch die späteren Betriebserfahrungen mit der Anlage bewiesen haben.

Wie der Hilfs- oder Seilwagen oder deren zwei in die Seilschleife eingebaut werden, läßt das Schema der Gesamtanlage, Abb. 2, Taf. 15 erkennen. Wie an anderer Stelle angedeutet, arbeiten beide Seilwagen im Pendelbetrieb. Während der eine Wagen mit angehängtem Zug zu Tal läuft, muß gleichzeitig der andere, profillfrei zusammengelegt, in die Bereitschaftsstellung zu Berg fahren. Deshalb steht als Umgrenzung des Hilfsfahrzeugs nur der Raum zwischen Bettung, Schienen und Unterseite des Regel-Lichttraumprofils zur Verfügung. Dieser geringe Raum von nur etwa 20 cm Gesamthöhe verlangt eine sehr flache Bauart des Wagens für die Bergfahrt. Jedenfalls müssen dabei die Kraftübertragungsteile, das sind Deichsel, Stößel, Bügel und Stütze in ihm untergebracht werden.

Die Forderung des Aufrichtens der Vorrichtung bei jeder Bremsfahrt und des Niederlegens bei der Bergfahrt setzt voraus, daß diese Arbeiten ohne Anstrengung des Bedienenden durchzuführen sind. Die beweglichen Teile müssen sehr leicht und doch außerordentlich widerstandsfähig sein. Die für den Leichtbau heute bekannten, brauchbaren Werkstoffe sind für die an deren besondere Behandlung noch sehr wenig gewöhnte Bedienungsmannschaft nicht geeignet.

Also blieb Flußstahl Baustoff der Deichsel und der übrigen Teile. Was nun den Gewichtsausgleich anlangt, gab Anlaß, statt besonderer mechanischer Hilfsmittel, wie Federn Druckflüssigkeit, die sowieso vorhandene Schwerkraft des Spannunggewichtes der Seilschleife dazu heranzuziehen. Statt das andere Seilende fest am Wagen einzubinden, verursacht es keinerlei Schwierigkeit, jenes momenterzeugend an einem kleinen Winkelhebel der Deichselstütze, s. Abb. 1, Taf. 15, anzuhängen. Der Ausgleich geht dann so weit, daß nur noch ein kleiner Rest des Gewichtsmomentes übrig bleibt, der an einem besonderen Handhebel durch die Kraft des Bedienungsmannes ergänzt wird.

An Hand der Abb. 1, Taf. 15 sei eine Erläuterung der Ausbildung des Hilfsfahrzeugs gegeben. Die Eigenart der damaligen Betriebsführung ließ nur die Anordnung einer Hilfsbahn innerhalb der Vollspur seitlich der Gleismitte zu. Die Gründe dafür sind in Teil 1 angegeben. Das erschwerte die Ausbildung des Kuppelgeräts insofern, als wegen der gleichzeitigen Bogenlage der Gleise — in einem Gleis ist sogar Gegenkrümmung vorhanden — das Gerät raumbeweglich sein muß.

Die aus dem Kräftepaar resultierende, senkrecht nach oben gehende Kraft sollte, zur Erzielung einer leichten Hilfsspurbahn, nicht in den Führungsprofilen, sondern in einem entsprechenden Gewicht im Hilfswagen Ausgleich finden. Rechnet man mit der eingangs angeführten Höchstkraft am Zughaken von 12,35 t, so gibt das in der senkrechten Deichselebene ein Moment von $12,35 \cdot 4,1 = 50,6$ mt. Der Schwerpunkt des Wagens, gleichzeitig ungefähr Gelenkpunkt der Deichsel im Wagen, liegt etwa 5 m von der Deichselstütze im Vorderwagen entfernt, folglich bleibt noch ein Auftrieb von $\frac{13,6}{5} = 2,72$ t.

Durch die seitliche Lage der Hilfsbahn wird die verfügbare Baubreite des Wagens stark beschränkt. Um zur Sicherheit gegen Ausheben mindestens ein Wagengewicht von 3,5 t unterbringen zu können, muß man wegen der geringen Ausdehnung in Höhe und Breite stark in die Länge bauen. Das ist auch der Grund, warum die Hilfsfahrzeuge ein so langgestrecktes Aussehen haben. Die in einem Ablaufgleis angewendete Krümmung von nur 180 m Halbmesser machte es nötig, den etwa 9 m langen Wagen zweiteilig zu bauen. Er gleicht einem Fahrzeug mit zwei Drehgestellen (Haupt- und Beiwagen), die durch die Deichsel und eine Zugstange miteinander verbunden sind.

Beide Drehgestelle haben einen mittleren Hauptrahmen aus Profileisen und starkem Bodenblech. Außen werden sie über Stegverbindungen durch Längswangen aus größeren Profilen eingefaßt.

Der mittlere Hauptrahmen nimmt alle Teile der Kupplungsvorrichtung und den Seilanschluß auf. Wie schon angedeutet, liegt im Wagenschwerpunkt das Hauptgelenk der Deichsel in Form eines Kugelzapfens in schwingbarer Pfanne. Das Kuppelgerät hat in betriebsbereiter Stellung Ähnlichkeit mit einem flachen Dreieckbock, dessen obere Ecke Hauptgelenk für das eigentliche Kuppelgeschirr, nämlich Stößel und Bügel wird. Das gabelige Ende der aus Stahlrohren bestehenden Hauptstrebe oder Deichsel umschließt die Teile des Geschirrs und das Ganze schwingt in der Hauptgabel der Deichselstütze. Diese findet ihr Stützgelenk nicht mehr im Hauptwagen, sondern im Beiwagen. Wegen der Raumbeweglichkeit muß der Stützpunkt als Kreuzgelenk ausgebildet sein. Die Deichselstütze kann also nicht nur in Richtung der Deichsel- oder Wagenmittelachse schwingen, sondern auch senkrecht dazu; Anschläge am Gelenk verhindern ein zu weites Ausschwingen nach der Seite.

Die schwingbare Pfanne hat den Zweck, die Auflösung des Bockdreieckes in die Strecklage zu ermöglichen. Das geht nur, wenn einer der unteren Gelenkpunkte um die Stützenhöhe längs verschoben werden kann. Am besten und einfachsten macht die Deichsel diese Bewegung in der Weise, daß statt einer nicht widerstandslosen Prismenführung für das Raumgelenk nur die Pfanne gewissermaßen an einem Stiel von halber Stützenlänge um zwei wagerechte Zapfen vor- oder rückwärts geschwungen wird, je nachdem, ob die Deichsel hochgerichtet oder niedergelegt werden soll. Der Pfannenstiel ist über die Pfanne hinaus zu einem Handhebel verlängert, an dem der Bedienungsmann angreifen kann, um den leichteren unteren Deichselenschaft anzuheben und um Zapfen und Kugelpfanne nach vorne zu schwingen.

Am Kreuzgelenk der Deichselstütze schließt, rechtwinklig zu dieser, noch ein kleiner Winkelhebel an, mit dem Zweck, aus dem angeschlossenen gespannten Unterseil ein Moment zu gewinnen. Die Vorspannung im Seil ist annähernd 1,7 t. Der Hebel für den Unterseilanschluß hat eine Länge von 7,5 cm, folglich ist das Moment aus der Vorspannung $1700 \cdot 7,5 = 127500$ cm/kg. Die Länge der Stütze muß etwa 110 cm sein; es kann im oberen Deichselgelenk noch eine Last aus Geräteilen von etwa $\frac{127500}{110} = 116$ kg wirken,

wobei immer noch Gleichgewichtslage besteht. Das heißt mit anderen Worten, daß der Bedienende von dem eigentlichen Kuppelgeschirr überhaupt nichts zu heben braucht. An dem verlängerten Hebel hebt der Mann das Deichselunterteil, ohne sich anzustrengen, mit etwa 12 kg.

Sehr nachteilig macht sich die gedrungene Bauweise beim Fahrgestell geltend. Die geringe Höhe verbietet die Anwendung größerer Laufräder, man mußte sich auf Laufrollen von nur 120 mm Durchmesser mit Wälzlagerung beschränken. Diese kleinen Rollen würden in den Wärmelücken der Schienenstöße ziemliche Schläge erleiden. Aus diesem Grunde sind alle Laufräder, sowohl im Hauptwagen als auch im Beiwagen, doppelt, hintereinanderliegend angeordnet. Das soll in gewissem Sinne eine Stoßbrücke darstellen, so daß also immer eine der Rollen noch trägt, wenn die andere gerade über die Lücke läuft. Zwischen jenen Rollenpaaren sind Führungsrollen mit senkrechter Achse angeordnet, die die Fahrzeuge genau dem gekrümmten Weg anpassen, ohne die Nachteile einer Spurkranzreibung oder -abnutzung. Die Anwendung nennenswerter Spurkranze hätte auch schon der geringe Spielraum bis zur unteren Umgrenzung des Lichttraumprofils nicht zugelassen. Um jeder Entgleisung vorzubeugen, sind außer den Führungs-

rollen noch Untergriffeisen vorgesehen, die unter den Kopf der Schienen greifen.

Zur Sicherung der Lage der aufgerichteten oder niedergelegten Deichsel dienen noch mehrere Steckbolzen.

Der Wagenaufbau, d. h. eigentlich seine Inneneinrichtung, wie die Kuppelvorrichtung, Deichsel und Zubehör, hat sich im praktischen Betriebe gut bewährt. Die Leute arbeiten gern mit der Einrichtung. Nur das Fahrgestell wird so lange ein Übel bleiben, bis es gelingt, entweder das Lichttraumprofil der Lokomotiven gleich dem der Wagen zu machen, oder durch Anwendung ausgeschnittener Schwellen die Spurbahn so tief zu legen, daß die Laufrollen wenigstens 200 mm Durchmesser erhalten können. Dann werden sie sich nicht mehr so rasch ablaufen und außerdem kann man mäßiger beanspruchte, kräftige Wälzlager einbauen.

In der eben dargestellten Grundform kam der Seilwagen im Mai 1928 versuchsweise in Betrieb. Obwohl die Anlage schon von Anfang an gut lief, kennzeichnete sich die Speichereigenschaft des Seiles für aufzunehmende Energien bei unregelmäßigem Lauf der Anlage als zu gering. Es trat leider Seilbruch ein. Würden sich alle Vorgänge im unbewachten Antrieb immer so abgewickelt haben, wie es nach Beseitigung aller Hemmnisse gegenwärtig geschieht, wäre die ohne die üblichen statischen Sicherheiten durchgeführte Berechnung der Halteseilstärke durchaus berechtigt gewesen. Bei den aus Gründen „größerer“ Sicherheit gewählten dickeren Seilen ist diese doch nur scheinbar vorhanden. Dr. Ing. Heilandt weist z. B. in seiner Abhandlung nach, daß die nach den behördlichen Vorschriften mit neunfacher statischer Sicherheit gerechneten Förderseile, unter Berücksichtigung aller Nebenspannungen bei der Biegung des dicken Seildrahtes, doch nur 4,2fache Sicherheit haben. Daran liegt es auch zum größten Teil, daß die dickeren Seile nie so lange halten. Das erste, was nach dem Seilbruch ergänzt werden mußte, war die Schaffung eines Energiespeichers für das Seil.

Es kam zu dem Anbau eines besonderen Fahrzeugs, das aus einer Reihe parallel geschalteter Federelemente besteht, die die Stoßenergien zwar nicht restlos vernichten, aber wenigstens rasch aufnehmen und schadlos allmählich wieder an Seil und Antrieb abgeben. Ein Vorgang, der sich täglich an Eisenbahnfahrzeugen ähnlicherweise unzählige Male abspielt.

An sich wäre die Vernichtung wohl das Richtige, aber sie ist aus konstruktiven Gründen nicht einfach durchführbar; nicht wegen der Bauart, sondern lediglich wegen des beschränkten Raumes. Die Flüssigkeitsdämpfung dürfte in der Unterhaltung und bei großer Kälte zu Schwierigkeiten führen.

Weiter würde die Flüssigkeitsdämpfung bestimmt auch höhere Kosten verursacht haben, denn die damit verbundene große Genauigkeit in der Bearbeitung verlangt auch deren höhere Bewertung.

Die Einrichtung würde sich keinesfalls kürzer bauen als ein reiner Federspeicher. Um den Flüssigkeitsdruck bei einer Seilspannung von 25 t etwa 100 atü nicht übersteigen zu lassen, wären zwei Zylinder von etwa 125 mm Durchmesser notwendig. Die Rückstellfedern arbeiten zweckmäßig im Spannungsbereich zwischen 12 t Vorspannung und etwa 16 t Endspannung. Sie würden also wenig freien Weg hergeben und dementsprechend ziemlich lang werden, um einen ausreichenden Gesamtweg, mindestens 0,6 m zu erhalten. Es wären somit vier Rohre nebeneinander geworden und zwar in der Mitte die beiden Bremszylinder und außen die Rückstellfedern. Die Arbeitsvernichtung würde allerdings $25 \cdot 0,6 = 15,0$ mt sein.

Die Reibungsfedern, Uerdinger Ringfedern, weisen im Verhältnis zu einer Schraubenfeder gleichen Durchmessers eine sehr steile Spannungslinie im Arbeitsdiagramm auf. Die

Federn sind hart. Die Federelemente sind dort angebracht, wo man auf sehr gedrängtem Raum möglichst viel Arbeit vernichten will, allerdings in Erwartung hoher Endspannungen. Deshalb müßten eigentlich auch alle Untergestelle der mit Ringfederpuffer versehenen Eisenbahnfahrzeuge verstärkt werden, da sie sonst unfähig sind, die hohen Endspannungen dieser Federn schadlos zu ertragen.

Im vorliegenden Fall ist jedoch in bezug auf die Federendkraft schon vorweg eine Grenze durch die rechnerische Seilbruchlast gezogen. Die Endkraft darüber zu legen wäre sinnwidrig. Der Idealzustand wäre vielmehr so, daß die Federeinrichtung bei etwa $\frac{1}{3}$, höchstens $\frac{1}{2}$ der Seilbruchlast die volle Stoßleistung aufgenommen hat und die restlichen $\frac{2}{3}$ der $\frac{1}{2}$ auch noch über eine gewisse Elastizität verfügen.

Die künstliche Vergrößerung der Arbeitsaufnahme des Seiles konnte wegen der ungleichen Federkonstanten nur in Reihe mit ihm geschehen. Das hatte zur Folge, daß von der Federkunst die Dehnung unterhalb der statischen Seilspannung wertlos ist. Der Federanbau erhielt deshalb eine möglichst nicht unter 9,5 t liegende Vorspannung. Berücksichtigt man das, dann würden die Ringfedern außerordentlich lange Federsäulen erfordern; denn das Verhältnis $\frac{\text{Elementenhöhe}}{\text{Federweg}}$

wird dann bei ihnen sehr groß.

Die Aufnahmefähigkeit der Federn hing eigentlich nur mehr von den Raumverhältnissen ab. Man baute eben das an, was man mit Rücksicht auf Ablauflängenverlust verantworten und möglichst hoher Arbeitsaufnahme unterbringen konnte. Für eine Federwagenlänge bleiben etwa 2,5 bis 3 m. Den Federrohrdurchmesser bestimmt die verfügbare Höhe.

Ein quadratischer Federstahlstab von 26 mm Seitenlänge aus hochvergütetem Werkstoff wurde auf einen äußeren Durchmesser von 132 mm in 41,8 mm Steigung zu einer Schraubenfeder von 840 mm Länge gewickelt. Drei Federsäulen wurden in einem Rohr von 134 mm lichtigem Durchmesser und 2180 mm lichter Länge (abzüglich Kolben) auf 3,25 t Vorspannung eingespannt. Die Endspannung der Feder ist dann bei völliger Zusammendrückung 9,5 t, so daß ein Rohr bei einem Federweg von 630 mm eine Arbeit von $A = \frac{3,25 + 9,5}{2} \cdot 0,63 = 4,01$ mt aufzunehmen vermag. Um überhaupt bei dem gegebenen Raum noch die oben ermittelte Arbeitsfähigkeit zu erhalten, muß der Werkstoff außerordentlich stark ausgenützt werden. Dittmann und Neuhaus, Federnfabrik in Herbede (Westf.) übernahm die Gewähr, daß eine Torsionsbeanspruchung von 130 kg/mm² ohne Schaden für die Feder sein werde. Bei vollständiger Pressung kommt $k_d = 132$ kg/mm² heraus. Andererseits ist ja dieses k_d nicht als Regelbeanspruchung anzusehen, sondern als außerordentliche Spannung, die praktisch überhaupt nicht vorkommen wird.

3. Antrieb.

In Abb. 5 sind aus den beiden Ablaufbeispielen, nach Eintrag des Anlagenwiderstandes, die zu erwartenden Umfangskräfte an der Treibscheibe, deren Drehmoment und das Drehmoment der Antriebsmaschine näherungsweise ermittelt. Aus dem Schaubild kann man für einen Gesamtwirkungsgrad der Vorgelege ($\eta = 0,8$) ein größtes Drehmoment der Maschine von $M_{dM} = 120$ mkg abgreifen, wenn man die M_{ak} durch $\frac{72}{0,8} = 90$ dividiert. Es bedeuten darin P und P_1 die Treibkraft des Zuges, U und U_1 jeweils die Umfangskraft an der Treibscheibe, M_{ak} und M_{ak1} Drehmoment an der Treibscheibe sowie M_{dM} und M_{dM1} Drehmoment der Maschine.

Im freien Ablauf wurde mit Zuführungsgeschwindigkeiten zwischen 0,4 und 0,6 m/sec gearbeitet. Mit der Seilablaufanlage sollten Zuführungsgeschwindigkeiten von 0,7 bis

1,5 m/sec erreicht werden, was einer mittleren Geschwindigkeit von 1,1 m/sec entspricht.

Die Treibscheibe erhält für einen Seildurchmesser von 26 mm einen Seillaufdurchmesser von 2500 mm. Bei der mittleren Ablauf- oder Seilgeschwindigkeit dreht sich die Treibscheibe mit

$$n_1 = \frac{1,1 \cdot 60}{2,5} = 8,4 \text{ Umdr./Min.}$$

Da die Maschine das berechnete Drehmoment nur kurzzeitig aufnimmt, kann sie dabei ohne Schaden ziemlich stark überlastet sein. Die dann passende Type, s. Teil 3, hat eine Nenndrehzahl $n = 600$ Umdr./Min. Den Drehzahlunterschied zwischen Treibscheibe und Maschine gleicht ein dreifaches Stirnrädervorgelege mit einer Gesamtübersetzung $i = \frac{8,4}{600} = \frac{1}{72}$

aus. Diese besteht aus einer Innenverzahnung an der Treibscheibe mit 1:6, einem Zwischenvorgelege 1:4 und einem weiteren Vorgelege 1:3. Die großen Umfangskräfte an der Seiltreibscheibe erfordern eine ziemlich kräftige Verzahnung. Trotz hochwertiger Stahlgüsse für den angeschraubten Innenzahnkranz wird immer noch eine Zahnteilung von 26 π

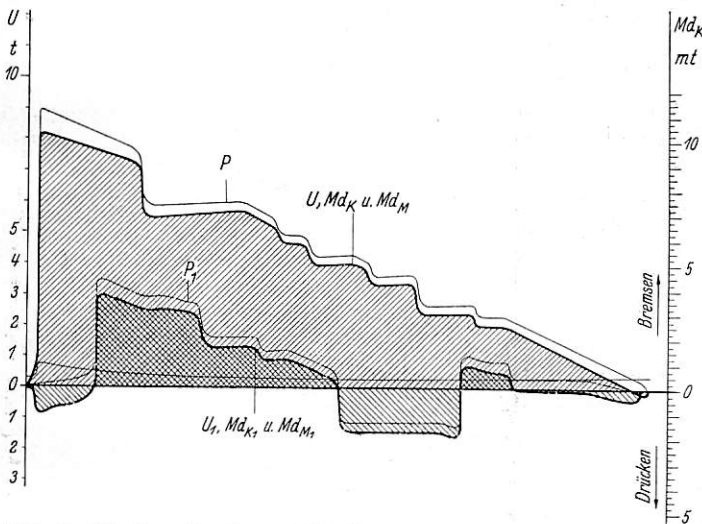


Abb. 3. Umfangskräfte und Drehmomente an der Antriebsscheibe bei einem Zugablauf.

notwendig. Wegen der geringen Umfangsgeschwindigkeit und der verhältnismäßig teureren Bearbeitung eines Innenzahnkranzes derartiger Abmessungen blieb die Verzahnung roh. Dagegen sind die entsprechend kleineren Verzahnungen der anderen Vorgelege gefräst, das letzte, schnell laufende erhält in einem Ölbad in besonderem Schutzkasten eine Dauerschmierung zur Herabsetzung der Reibverluste. Die Laufwiderstände der Vorgelege lagen von Anfang an ziemlich günstig; sie haben sich im Laufe fast zweijähriger Betriebszeit noch wesentlich verbessert.

a) Antriebscheibe.

Zunächst wäre zur Treibscheibe noch einiges zu sagen. Die Gesellschaft für Förderanlagen, E. Heckel, Saarbrücken, führt für deutschen und westeuropäischen Bedarf eine neuartige Klembackenseilscheibe aus, die den für viele Fälle überaus großen Vorzug kleinsten Raumbedarfs hat. Die früher üblichen Treibscheiben mit Reibungsfutter verlangten eine mehrfache Umschlingung mit entsprechenden Gegenscheiben, um einen günstigen Spannungssprung zwischen einlaufendem und auslaufendem Seiltrum zu gewährleisten. Daß eine solche Anlage weitläufig ausfällt, ist klar. Die Klembackentreibscheibe dagegen, eine Erfindung des mährischen Bergdirektors Karlik, erreicht schon bei einer halben Umschlingung dieselbe

Mitnahmefähigkeit, wie Reibungsscheiben mit drei Rillen und zwei Gegenscheiben.

Bei der Karlikscheibe wird die Seilreibung künstlich vergrößert. Eine Reihe Klemmen, im vorliegenden Falle 60 Stück, gleichmäßig auf den Umfang verteilt, halten das Seil fest. Das Seil erzeugt seinen Klemmdruck selbst und zwar in verhältnismäßiger Abstimmung zur Seilspannung. Die zangenartigen Klemmen (Abb. 3, Taf. 15 gleiten bei einem Radialdruck auf den Zangengrund an den etwa rechtwinklig geneigten Scheibenkranzen nach innen und klemmen dabei das Seil in ihrem Maule fest. Die im unteren Zangenhebel eingebaute Schraubenfeder bewirkt, daß sich die Zangen bei Entlastung öffnen. Im Gegensatz zu hauptsächlich ausländischen Erfindungen, die die Mitnahmefähigkeit durch Kniehebel, unter Gefahr einer Seilquetschung zu erreichen suchen, wird das Seil bei der Karlikscheibe nicht unelastisch deformiert.

Die Seilspannungen T und t in Abhängigkeit vom Treibfaktor $e\mu\alpha$, Scheibenkranzneigung und Umschlingungswinkel lassen sich auch für die Karlikscheibe als logarithmische Spirale darstellen. Daraus kann man für $\mu = 0,1$ $\alpha = 210^\circ$ und $T = 12000$ kg ein $t = 1380$ kg abgreifen.

Durch Verluste auf der Strecke, an den mehrfachen Umlenkungen, gehen etwa 10% an Spannung verloren; aus diesem

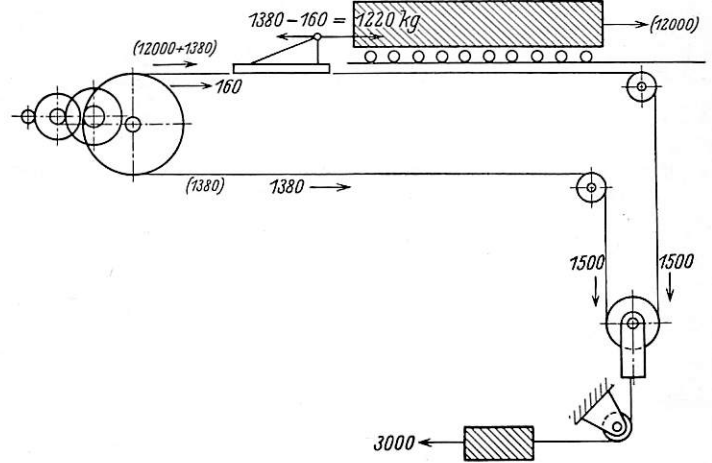


Abb. 4. Seilkräfte beim Antreiben eines Zuges.

Grunde erhält das Spanngewicht eine Last von $2 \cdot 1,38 \cdot 1,1 = 3,0$ t. Die Gleitziffer $\mu = 0,1$ zwischen Seil und Zange ist niedrig genug, so daß man bei den Bremsvorgängen nicht mit einem Seilrutsch zu rechnen braucht.

Bekanntlich fällt aber dem Seiltrieb noch die Aufgabe zu, über das Spanngewicht hinweg, also gerade entgegen der Vorspannung, eine Umfangskraft zum Zwecke der Zugbeschleunigung zu übertragen. Wie verhält sich nun hierbei die Treibscheibe?

In Abb. 4 ist der Beschleunigungsvorgang schematisch dargestellt. Die klein nebenbei geschriebenen Kräfte gehören zum reinen Bremsvorgang eines schwereren Zuges. Das Spanngewicht erzeugt in den beiden Seilsträngen am Antrieb eine Spannung von je 1380 kg. Die größer geschriebenen Zahlen stellen Kräfte dar, die zum Antreiben der Züge notwendig sind, andererseits solche, die ständig wirken. Damit im Seil auch hier wieder Gleichgewicht herrscht, darf die Spannung des Seilstückes zwischen Antrieb und Seilwagen nie unter

160 kg sinken; denn $\frac{1380}{160}$ muß $= \frac{T}{t}$ sein, da andernfalls Seil-

rutsch einträte, der unbedingt vermieden werden muß, weil sich sonst Seil und Klemmen zu stark abnutzen. Die Treibkraft stellt sonach ihren Größtwert mit $1380 - 160 = 1220$ kg; sie reicht nach den Erfahrungen für fast alle Fälle aus. In dem

Antrieb für das stärker gekrümmte Gleispaar wurde nachträglich das Spannungsgewicht auf etwa 3,4 t erhöht, damit wegen der größeren Bogenwiderstände in diesen Gleisen stärker angedrückt werden kann.

Nun zur Leistungsaufnahme der aus ablaufenden Zügen freiwerdenden Energien durch den Antrieb.

Das Arbeitsdiagramm in Abb. 3 befaßt sich nur mit den Leistungen, die der Schwerkraft bei der elektrischen Geschwindigkeitshaltung entzogen werden. Die Stillsetzung eines ablaufenden Zuges soll gar nicht Aufgabe der elektrischen Bremse sein, bei der Haltbremsung wird vielmehr die elek-

Die mechanischen Bremsen waren zunächst Summenbandbremsen für wechselnden Drehsinn. Das Bremsgewicht der größeren Bremse — „Betriebsbremse“ genannt — wurde während der Bewegung des Antriebs durch einen Nebenschluß-Lüftmagneten hochgehalten; erst beim Abschalten der Maschine sollte es, in Abhängigkeit von der Maschinenabschaltung, gleichzeitig mit dem Stromloswerden der Maschine abfallen. Die zweite, kleinere Bandbremse — „Zusatzbremse“ genannt — war ursprünglich dauernd gelüftet; erst bei zu schwacher Betriebsbremse sollte sie durch Arbeitsstrom angezogen werden. Später erwies sich für Gefahrfälle diese

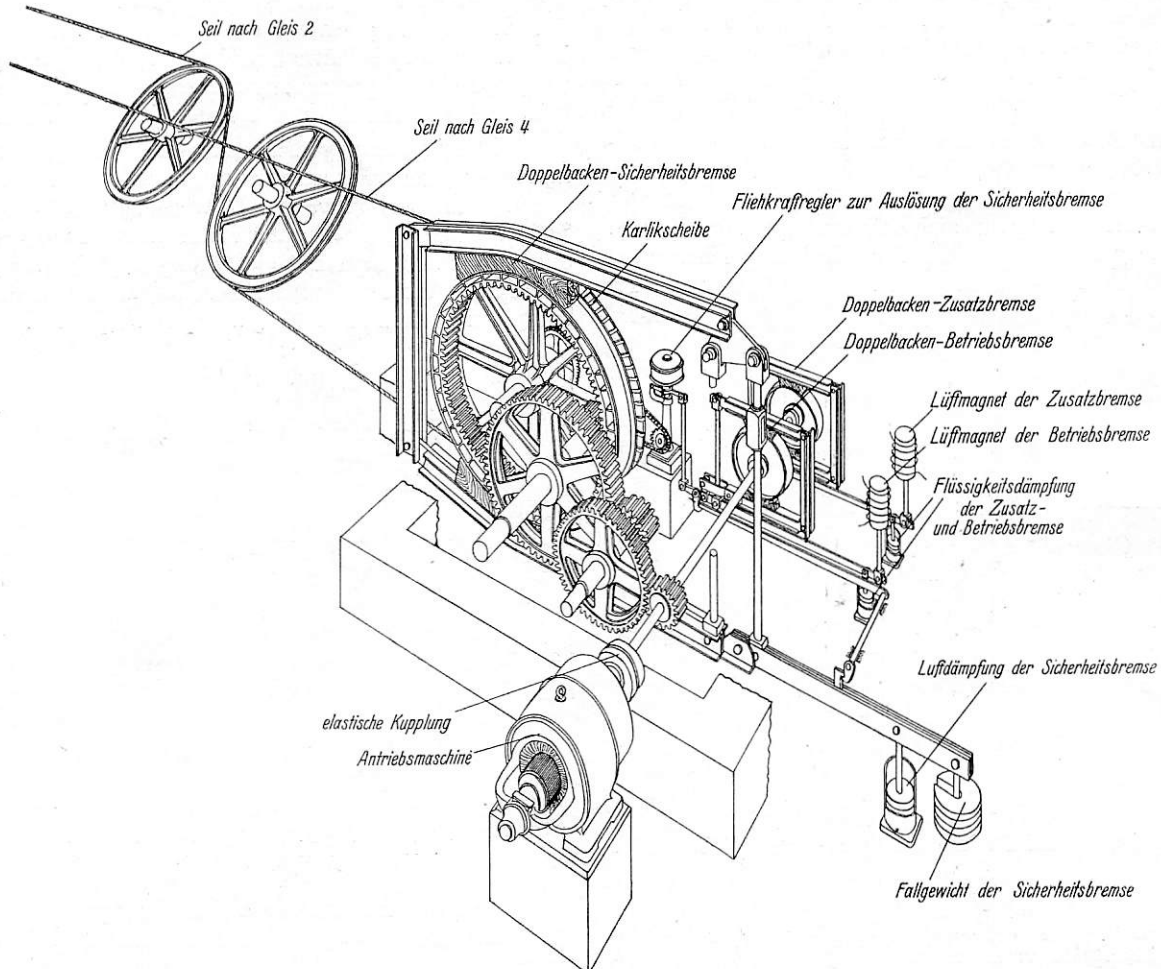


Abb. 5. Antrieb für ein Gleispaar.

trische Bremskraft durch die Verzögerung zweier mechanischen Bremsen abgelöst.

b) Bremsen.

Aus diesen Bedingungen geht hervor, daß die mechanische Bremskraft größer sein muß als die elektrische; denn sie soll den Zug nicht nur auf Geschwindigkeit halten oder nur ganz wenig verzögern, sondern auch auf kürzest zulässigem Bremsweg zum Stillstand bringen. Die beiden mechanischen Bremsen sind auf der letzten Vorgelegewelle aufgekeilt. Das Bremsmoment an dieser Welle ist, im Gegensatz zum Maschinendrehmoment, nach Einsatz der Bremskraft für 50 m Bremsweg $M_{d_{Br}} = 160 \text{ mkg}$. Um aber bei leichten Zügen mit geringen Seilspannungen auch beim Bremsen auszukommen, sind die 160 mkg auf zwei verschiedene Bremsen von 110 und 50 mkg verteilt. Wenn bei einem leichten Zug nur die 110 mkg Bremse verzögert, kommen natürlich auch kleinere Bremskräfte heraus.

Die Anordnung der Bremsen und der übrige Aufbau des Antriebs geht aus Abb. 5 hervor.

Anordnung als unzuweckmäßig, weshalb auch diese Bremse zur Fallbremse umgebaut wurde, die der Magnet während der Fahrt lüftet.

Die Betriebsbremse hat in ihrem Zusammenwirken mit den übrigen Antriebsteilen und auch als Maschinenteil infolge Zustandsveränderung leider zu schweren Störungen Anlaß gegeben, die im Anschluß noch in Ursache, Wirkung und Verbesserung erläutert werden sollen.

Die vorgenommenen Untersuchungen ergaben, daß von Anfang an schon immer größere Spannungen im Seil auftraten, als rechnermäßig anzunehmen war. Man merkte sie nur nicht, weil bis dahin vorsichtshalber immer nur leichte Versuchszüge gefahren worden waren. Das gerissene Seil konnte inzwischen wieder gespleißt werden, nachdem die Festigkeit des Einzeldrahtes, in der Nähe der Bruchstelle, von einem staatlichen Prüfungsinstitut untersucht worden war.

Die zeitlupenartige Ergründung der Mechanik der Betriebsbremse zeigte, daß trotz des luftgedämpften Einfalls der Bremse die Verzögerung eines Zuges einer gewissen Härte

nicht entbehrte. Die Bremswege waren viel kürzer, als sie sich eigentlich aus den Zuggeschwindigkeiten hätten ergeben müssen.

Ein behelfsmäßig angeschlossener Spannungsmesser stellte z. B. schon bei Zuggewichten von 900, 750 und 850 t und Geschwindigkeiten unter 0,8 m/sec beim Abschalten der Maschine und Einfallen der Bremse Seilspannungen bis zu 31,5 t fest. Für Überschwingungen des Spannungsmessers dauerten diese hohen Spannungen zu lange an, also schien die Schuld nur am Arbeiten der Bremse zu liegen. Die Annahme eines zu scharfen Fassens derselben konnte nicht aufrecht-erhalten werden, weil eine genaue Messung des Reibungs-momentes nur eine Abweichung von etwa 500 kg Umfangskraft an der Karlikscheibe ergab. Das wäre gegenüber der Rechnung nur eine Ungenauigkeit von 6%. Die Bremse als Maschinenteil mußte zunächst als richtig gelten.

Allem Anscheine nach spielten noch andere, bisher unbeachtete Zeitfehler in der Überleitung der einzelnen Vor-gänge eine bedeutende Rolle.

Die genaue Überlegung zeigte auf Vorgänge hin, die große Ähnlichkeit mit dem Stauchen haben, wenigstens was das nahezu spannungslose Oberseil zwischen Seilwagen und Antrieb anlangt. Dort stellt die Spannung in fraglichem Seilstück einen bestimmten Mindestwert dar, der gerade noch den Wert t für den Treibfaktor der Karlikscheibe liefert, damit diese nicht unter dem Seil wegrutscht. Wird die Druckkraft nur eine Kleinigkeit überschritten, so sinkt sofort t , aber damit auf der anderen Seite nicht sofort der Wert T . Zunächst hebt die Treibscheibe das Spannungsgewicht etwas an und wirft das ange-zogene Seil dem kurzen Seilstück zwischen Antrieb und Seil-wagen zu; das Seil wird schlaff. Der umspannte Bogen nimmt zu und damit bleibt die Treibfähigkeit der Karlikscheibe trotz kleinerem t gleich, weil α ebenfalls im Exponenten des Treib-faktors erscheint. Schließlich rutscht dann doch zeitweise das Seil in der Treibscheibe und das Spannungsgewicht beginnt, als eine natürliche Folge des labilen Gleichgewichtszustandes, zu tanzen. Wenn schon das Rutschen des Seiles nicht vorteilhaft ist, bleibt das Gefährlichste an den ganzen Vorgängen doch immer das mehr oder weniger spannungslose Seilstück zwischen Zug und Antrieb. Erhält der Zug plötzlich wieder seine Lauf-fähigkeit, so findet er am Seil keinen Widerstand; er ist also frei und kann neue Fallenergie gewinnen. Während des Fallens wird allerdings das vorgegebene Seil wieder straff gezogen und das nun gespannte Seil hat außer der statischen Kraft auch den Arbeitszuwachs des Zuges während des Fallens an den Antrieb weiterzuleiten. Daß dabei die volumetrische Arbeits-fähigkeit eines Seiles voll ausgepumpt wird, darf bei schwereren Zügen nicht wundern.

Zunächst wird aber noch auf einige vorgenommene Zwischenverbesserungen eingegangen, wie sie reihenmäßig vorgenommen wurden.

4. Untersuchungen und Verbesserungsversuche.

Es bestand andererseits allgemein die Ansicht, daß man durch eine weichere Betriebsbremsung, wobei die Bremskraft nur allmählich auf ihren vollen Wert ansteigen sollte, ein längerer Bremsweg und damit zunächst eine Verringerung der Seil-kräfte zu erzielen sei. Die Wirkung müßte etwa die gleiche sein, wie bei der Regulierung einer Luftdruckbremse. Vorbedingung war aber, daß die Reglung selbsttätig arbeiten müßte, da ja die ganze Bremse ohne örtliche Überwachung den Antrieb beeinflussen soll.

Die Luftdrosselung im Bremslüftmagnet ließ sich auf ein-fache Art keineswegs entsprechend den Forderungen ver-feinern; dazu hätte das Drosselventil ganz anders gebaut werden müssen. Selbst wenn es für den Anfang gelungen wäre, eine Drosselung von einer derart mathematischen Genauigkeit herbeizuführen, so hätte sie bei der Empfindlichkeit dieser

Vorrichtungen im Dauerbetrieb nie lange Zeit gehalten. Eine Flüssigkeitsdämpfung konnte man schon eher wagen. So wurde für das Bremsgewicht ein Bremszylinder mit Verdrängerkolben und verstellbarer Ausströmdüse, später „Ölpuffer“ getauft, entworfen und gebaut. Doch die erhoffte Besserung trat nicht in dem erwarteten Maße ein, wenigstens nicht, so lange es bei der Verlängerung der Einfallzeit der Bremse allein blieb.

Eine andere Beobachtung beim Signal „Bremsen lösen“, das heißt also beim Lüften der Spindelbremsen des Zuges, ist noch zu erklären. Die Mannschaft war naturgemäß an das gleichzeitige schnelle Öffnen aller Bremsen gewöhnt. Das hatte einen ziemlichen Schlag auf das Seil zur Folge; denn der anlaufende Zug fiel auf die Masse des stehenden Antriebs. Das gleiche gilt auch für die Treibvorgänge, wenn der Zug nach dem Ausziehen des Schlaffseiles auf das Getriebe fällt. Die Überlegungen, wie man hierbei die Stoßkräfte verkleinern könnte, führten zu dem Entschluß, die Ersatzmasse, also das GD^2 des Antriebs, besonders das der letzten Vorgelegewelle mit den schweren Brems-scheiben zu verkleinern.

Es wurde auch erwogen, die Massen größter Winkel-geschwindigkeit des zweiten und dritten Vorgeleges ganz abzutrennen, und zwar durch Einbau einer Rutschkupplung im ersten Vorgelege. Andererseits muß man dort von ihr die Übertragung eines hohen Drehmomentes, etwa 2600 mkg, verlangen. Wenn eine solche Kupplung Besserung schaffen soll, darf das Gleiten nur mit geringstem Spielraum hinter diesem Höchstdrehmoment beginnen. Ist das nicht mit Sicherheit zu erfüllen, dann führt die Kupplung immer noch zu sehr hohen Seilspannungen. Bei in Öl laufenden Reibscheiben mag man vielleicht annähernd dahin kommen, daß der beim Beginn des Gleitens maßgebende Reibwert der Ruhe nur wenig höher ist als der der Bewegung. Über diese wichtige Frage sind die Untersuchungen in den Forschungsräumen der einschlägigen Industrie noch nicht zu Ende gekommen. Dieser Umstand und die weiteren Verbesserungsmaßnahmen an der Seilablaufanlage waren Veranlassung, daß man den Einbau einer Rutschkupplung noch zurückstellte.

Statt dessen sind die Antriebsmassen hauptsächlich durch Verkleinerung der Schwungmomente der letzten Vorgelege-welle herabgesetzt worden. Was hat man nun damit erreicht?

Die Umrechnung der rotierenden Massen in geradlinig bewegte geschieht am einfachsten nach der Gleichung

$$M = \frac{G_1 D^2 + G_2 D^2 \cdot \ddot{u}_1^2 - G_3 D^2 \cdot \ddot{u}_2^2 - G_4 D^2 \cdot \ddot{u}_3^2}{D^2 \cdot g}$$

worin GD^2 die Schwungmomente verschiedener Winkel-geschwindigkeit, \ddot{u} die Übersetzungen zur Hauptwelle und D denjenigen Durchmesser bedeutet, dessen Umfangsgeschwindig-keit der geradlinigen Massengeschwindigkeit entspricht. Die Summe des Zählers gibt dann zugleich ein Maß für das gesamte Schwungmoment des Antriebs. Setzt man die Zahlenwerte ein, so ergibt sich für den ursprünglichen Antrieb

$$M_1 = \frac{17100 + 1158 \cdot 6,0^2 + 187 \cdot 24,0^2 + 157,8 \cdot 72,0^2}{2,5^2 \cdot 9,81} = 982974$$

$$M_1 = 16,05 \text{ tm/sec}^2 \text{ und } GD_1^2 \text{ des gesamten Antriebs} = 982974 \text{ kg/m}^2, \text{ und nach Abdrehen der Brems-scheiben}$$

$$M_2 = \frac{17100 + 1158 \cdot 6,0^2 + 187 \cdot 24,0^2 + 81,8 \cdot 72,0^2}{2,5^2 \cdot 9,81} = 589274$$

$$M_2 = 9,61 \text{ tm/sec}^2 \text{ bzw. } GD_2^2 = 589274 \text{ kg/m}^2.$$

Wie schon angegeben, wurde in der Übergangszeit das Lösen der Bremsen in altgewohnter Form vollzogen. Der Schwerpunkt eines 1000 t-Zuges von 35 Wagen bewegt sich bei der Streckung (wenn man den durchschnittlichen Puffer-abstand $a = 0,12 \text{ m}$ annimmt), um $\frac{(n-1) \cdot a}{2} = \frac{(35-1) \cdot 0,12}{2}$

$$= 2,04 \text{ m in der Ablaufrichtung und fällt dabei um } \frac{2,04}{100}$$

= 0,0204 m; bei $2\frac{0}{100}$ Eigenwiderstand ergibt sich dann eine wirkliche Fallhöhe $h = 0,0204 - \frac{2,04 \cdot 2}{1000} = 0,01632$ m und daraus eine Schwerpunktgeschwindigkeit

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot 0,01632} = \sqrt{0,32} = 0,57 \text{ m/sec.}$$

Zwischen Antrieb und Seilwagen sei ein 50 m langes Seil. Die Masse der 1000 t stößt nun mit ihrer Schwerpunktgeschwindigkeit $v_2 = 0,57$ m/sec auf den Antrieb vom Gewicht $G = 160$ t und der Geschwindigkeit $v_1 = 0$.

Wegen der Dehnbarkeit des Seiles kann man der Einfachheit halber die Gleichung für den elastischen Stoß anwenden. Die vom Seil zu übertragende kinetische Energie ist dann

$$A_1 = \frac{1}{2} \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (v_2 - v_1)^2 = \frac{1}{2} \frac{100,0 \cdot 16,0}{100 + 16} = (0,57 - 0)^2 = 2,21 \text{ mt, wenn der Antrieb ungebremst stehen würde.}$$

Für die verkleinerten Antriebsmassen wird unter denselben Voraussetzungen die vom Seil zu übertragende Energie

$$A_2 = \frac{1}{2} \frac{100,0 \cdot 9,61}{100 + 9,61} \cdot 0,57^2 = 1,39 \text{ mt.}$$

Es muß dann sein

$$A_1 \text{ bzw. } A_2 = \frac{\sigma^2}{2E} F_1 = \frac{P^2 \cdot l}{f \cdot 2E}, \text{ daraus die Seilspannung}$$

$$P_1 = \frac{A \cdot f \cdot 2 \cdot E}{l} = \frac{221000 \cdot 2,5 \cdot 2 \cdot 10^6}{5000} = 14870 \text{ kg}$$

oder

$$P_2 = \frac{139000 \cdot 2,5 \cdot 2 \cdot 10^6}{5000} = 11790 \text{ kg.}$$

Das Seil dehnt sich natürlich bei P_2 weniger als bei P_1 und da während der Seildehnung der Zug fällt und neue Energie gewinnt, die auch das Seil aufzunehmen hat, kommt auch hierbei P_2 günstiger weg.

Wenn aber der Antrieb beim Auffallen des Zuges mit 9 t gebremst wird, macht die Massenverkleinerung praktisch nichts aus. Es gehen auch hierbei, wie beim ursprünglichen Antrieb, die Beanspruchungen des Seildrahtes über seine Elastizitätsgrenze hinaus.

Heute lassen die Ablaufmeister den Zug nach dem „Bremsenlösen“ gleich weiterlaufen. Das entspricht durchaus den errechneten Fällen und die Massenverkleinerung im Antrieb hat ihre volle Berechtigung. Aus demselben Grunde treten auch heute beim Anfahren keine Federauszüge am angebauten Federwagen mehr auf. Jedenfalls liegen die Seilkräfte unter der Federvorspannung von 13,0 t.

Bei den Versuchen mit der Betriebsbremse konnte man sowohl am Geschwindigkeitszeiger, als auch im Maschinenraum bemerken, daß unmittelbar nach dem Drücken des Haltknopfes, durch den das Maschinenschütz herausfällt, die Antriebsgeschwindigkeit rasch anstieg und ebenso schnell auch zum Stillstand abfiel. Wie war das möglich? Es bestand zuerst der Eindruck, als fasse die Betriebsbremse, allen Dämpfungsversuchen zum Trotz, nach einer Ruhepause ganz plötzlich scharf. Wenn schon eine Bremse von der immerhin unstenen Reibung abhängig ist, dann tritt aber die Veränderlichkeit nicht in derart kurzen Zeiträumen ein. Es mußte, wie schon früher einmal angedeutet, jedenfalls der Zeitfehler in der Ablösung der elektrischen durch die mechanische Bremsung liegen.

Wie waren nun die Einzelheiten des Bremskraftübergangs von Maschine zu Bandbremse? Wie schon gesagt, wurde beim Drücken des Haltknopfes durch Herausfallen des Schützes die Maschine und der parallel geschaltete Bremsmagnet stromlos. Mit der Unterbrechung des Stromes hört auch sofort die Bremswirkung der Maschine auf und statt ihrer sollte die Bandbremse einspringen, aber sie war noch nicht so weit. Sie braucht eben mehr Zeit, bis sie das volle Bremsmoment entfalten kann. Und diese Atempause benützt die Elastizität des vorher gespannten Seiles zu seiner Entspannung. Daran wird es auch

nicht gehindert; denn der Antrieb ist ja augenblicklich widerstandslos. Die Seilfeder reißt gewissermaßen den Antrieb wie ein Uhrwerk ohne Hemmung durch. Aber das geschieht alles in etwa einer Sekunde. Das Schwungmoment des Antriebs wirft natürlich mehr Seil vor, als zu seiner elastischen Zusammenziehung notwendig wäre; es entsteht Schlaffseil. Inzwischen hat die Bandbremse gefaßt und es fällt ihr nicht schwer, bei 9 t Bremskraft nur die Antriebsmasse allein zu verzögern und zwar ziemlich rasch, in etwa 2 bis 3 Sekunden. Der seilseitig widerstandslose Zug läuft weiter und gewinnt während der Zeit neue Geschwindigkeit und lebendige Kraft. Das Seil spannt sich nach dem Aufholen des Schlaffseiles wieder, bringt aber den Zug bei der üblichen Bremskraftspannung nicht zum Halten, sondern wird überschwingen. Es kommt wieder darauf an, wann diese Überschwingung auftritt. Geschieht es vor der Endkraft der Bandbremse, was sehr unwahrscheinlich ist, dann wird der Antrieb noch einmal unter der Bremse durchgerissen. Hat dagegen die Betriebsbremse bereits ihre Endkraft erreicht, dann kann es geschehen, daß das Seilstück die Energien nicht mehr in Formänderung umzusetzen vermag und reißt, wenn der Gleitwiderstand der Klemmen in der Karlikscheibe groß genug ist, um ein Rutschen des Seiles in den Klemmen zu verhindern.

Ob das Seil in den Karlikscheiben rutscht, hängt bei derartigen Spannungsspitzen davon ab, in welcher Form die Kraft auftritt. Ist es ein Stoß, dann reicht die Reibung der Ruhe und die Trägheit der Klemmen aus, um das Seil trotz weit höheren Werten von T noch festzuhalten. Nur, wenn der Kraftanstieg langsamer erfolgt, hat das Seil Zeit, den Übergang von Reibung der Ruhe in die der Bewegung abzuwarten; auch der Beharrungszustand wird dann leichter überwunden und das Seil rutscht. Das ist nicht etwa eine besondere Eigenheit der Karlikscheibe, sondern das macht jede andere Reibungstreibeibe ebenso.

An dieser Stelle sei auch auf die sehr lehrreichen Versuche und Untersuchungen von Dr. Ing. Heilandt „Über die Beanspruchung von Förderseilen beim Anfahren und Bremsen“ und „Berechnung der Drahtseile mit Rücksicht auf Seilschwingungen“ verwiesen.

Schalttechnisch wurde die Anordnung dahin geändert, daß durch Drücken des Haltknopfes nicht mehr der Ankerstromkreis der Maschine, sondern der Strom des Lüftmagneten der Betriebsbremse unterbrochen wurde. Äußerlich merkt man nunmehr beim Einfallen der Betriebsbremse zunächst gar nichts; denn die Maschine wird vermöge der Charakteristik der Leonardschaltung den Zug trotz der Bremse auf der gleichen Geschwindigkeit halten wollen, die gerade eingestellt ist. Sie würde sogar das volle Bremsmoment dieser Bremse überwinden und den Zug eigentlich überhaupt nicht verzögern. Die Maschine macht aber bei diesem Vorgang auf jeden Fall eine Wandlung durch. Sie ist sicher zuerst Generator und im zweiten Teil Motor. Der Übergang vollzieht sich aber nicht plötzlich, sondern entsprechend der Zeit, wie das Reibmoment der Betriebsbremse ansteigt. Es kommt dabei einmal der Punkt, wo die Bremskraft der Betriebsbremse zusammen mit dem inneren Widerstande der Anlage gerade so groß ist, wie die noch freie Schwerkraft des Zuges. In diesem Augenblick hat die Maschine gar keine Aufgabe, sie ist weder Leistungnehmer noch Leistunggeber. Das wäre als der gegebene Zeitpunkt, sie abzuschalten. Man kann es auch; denn dieser Augenblick wird ja durch die Nullstellung des Stromzeigers bezeichnet. Es erfordert nur die Aufmerksamkeit des Ablaufmeisters, den Maschinenstrom gerade dann zu unterbrechen, wenn der Stromzeiger auf Null steht.

Die dafür erforderliche Aufmerksamkeit des Ablaufmeisters geht naturgemäß dem eigentlichen Ablaufdienst verloren. Das sollte vermieden werden; es gibt Schaltgeräte (Relais), die bei Erreichung einer bestimmten Mindeststromstärke in

Tätigkeit treten. Da aber die Ansprechgenauigkeit derartiger Apparate gerade um Null herum ziemlich unsicher ist, haben sie sich nicht bewährt; die Abweichungen waren zu groß. Da ist es ebenso genau, wenn man die Maschine selbst, d. h. eigentlich das Rückstromrelais, das die Stromaufnahme aus dem Netz begrenzt, arbeiten läßt. Die Stromstärke ist dort doch so groß, daß Abweichungen in der Relais-tätigkeit nur in geringem Umfang auftreten. Wann die Einrichtung abschaltet, weiß man genau, es ist die Stromstärke, mit der die Maschine arbeitet, wenn sie die größte Druckkraft auf den Zug ausübt (s. Teil 3).

Diese Abschaltung hat nur den einen Nachteil, daß die Maschine über den Nullpunkt hinaus in ihrer Eigenheit gegen die Bremse arbeitet und sie unwirksam macht. Wirkt aber dann das fragliche Relais, so ist plötzlich die Verzögerungskraft, entsprechend der Höhe der größten Druckkraft da. Das verursacht einen Schlag auf das Seil, dessen Kraft wegen des plötzlichen Auftretens etwa der doppelten Druckkraft entspricht. Den kann das Seil wohl ertragen, aber vollkommener wäre ein glatter Übergang. Wie sich der ganze Vorgang in bezug auf die Seilspannungen geltend macht, zeigt das Schaubild Abb. 6a. Es ist ein Bremsvorgang angenommen, wie er bei einem 1000 t schweren Zug mit 7,5 t Abtriebskraft vorkommt. Die Kurve A stellt annähernd die Spannungen bei der alten Betriebsweise dar, Kurve B das Abschalten der Maschine durch Rückstromrelais und die Kurve C das Abschalten der Maschine im neutralen oder Nullzustand.

Die Schaltung war ohne große Vorbereitung sehr schnell abgeändert und hat sich seither voll bewährt.

Etwas später zeigte sich als neues Übel, daß die Bandbremse viel schärfer faßte als früher. An der Bremse mußte eine Veränderung vorgefallen sein, die Angaben der Leute deuteten auf die in der letzten Zeit bemerkten großen Feder-auszüge am Federwagen beim Bremsen hin. Es sollen vielfach Auszüge von 20 bis 30 cm gewesen sein.

Die Untersuchung der Bremsen ergab, daß in der Zwischenzeit der Ölpuffer einmal auseinandergenommen und gereinigt worden war. Eine Nachmessung der Einfallzeit zeigte 4 Sekunden, statt 16. Die Eichung des Bremsmomentes zeigte zwar auf eine Erhöhung von etwa 90% hin, doch die von anderer Seite angeblich bemerkte dreifache Erhöhung ist schon rein mathematisch undenkbar. An Gewicht und Übersetzung waren Änderungen ausgeschlossen; eine Verschiebung konnte nur im Reibfaktor $e^{\mu\alpha}$ entstanden sein. Die Berücksichtigung des abgenommenen Bremsbandes ließ wohl eine mäßige Zunahme der Gleitflächenlängen erkennen. Zieht man diese Vergrößerung von α in Betracht, so ergab sich gegen früher eine Bremskraftzunahme von etwa 60%. Die restliche Erhöhung von 30% kam von einer gleichzeitigen Erhöhung des Wertes μ her. An sich war ja der Bremskraft-erhöhung leicht durch Verkleinerung des Bremsgewichts zu begegnen. Das geschah auch, aber trotzdem hatte die Bremse gegen vorher einen anderen Charakter. Die Einfallzeit stimmte wieder, auch der erste Teil der Bremsverzögerungskurve des Antriebs war flach und gleichmäßig, nur immer zwischen 0,3 m und 0 fiel die Kurve sehr steil ab. Als weitere Verbesserung wurde die Düse des Öldämpfers geschlossen; statt dessen wurden Ölnuten mit abnehmendem Querschnitt in der Zylinderwand eingefeilt, um einen anderen, weicherer Verlauf der Bremskraftkurve herbeizuführen. Das gelang auch ganz gut.

Die Bremskraftkurve, d. h. eigentlich schon die Folgerung davon, die Verzögerungskurve des Antriebs wurde bei diesen Untersuchungen dadurch ermittelt, daß während eines normalen Bremsvorgangs mit einem etwa 900 t schweren Zuge der Strom, die Spannung, Geschwindigkeit und Zeit an den aneinandergereihten Instrumenten gefilmt und dann aus-

gewertet wurden. Das Verfahren hat sich für solche Untersuchungen gut bewährt.

Das Vertrauen zur Bandbremse war durch den Vorfall untergraben. Die Bandbremsen mußten deshalb in die weniger empfindlichen Backenbremsen umgebaut werden. Die geringere Empfindlichkeit der Backenbremsen hat ihren Grund darin,

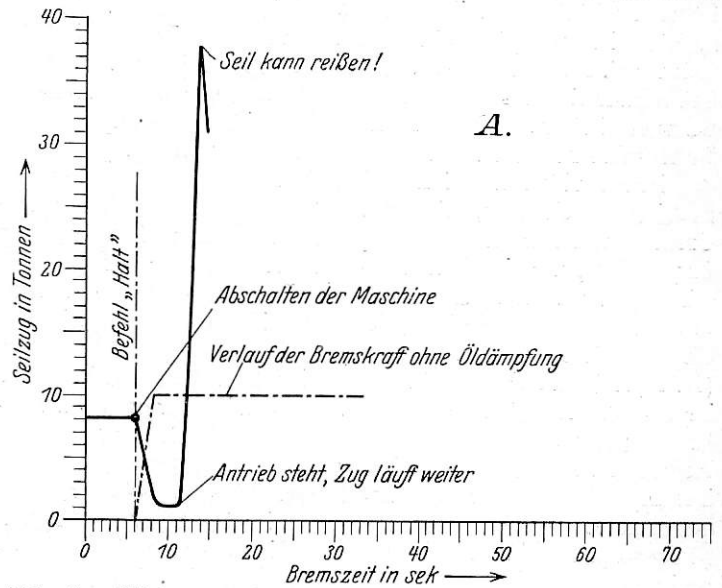


Abb. 6a. Wirkungsweise der Betriebsbremse bei Befehl „Halt“. Alte Betriebsweise; Unterbrechung des Motorstromkreises.

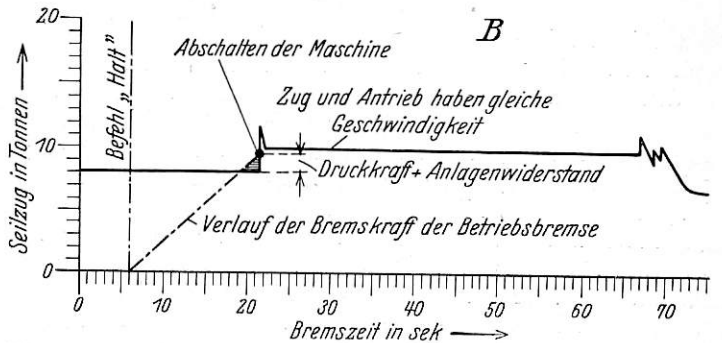


Abb. 6b. Befehl „Halt“. Bremsmagnetstromkreis unterbrochen, Motor wird durch Rückstromrelais abgeschaltet.

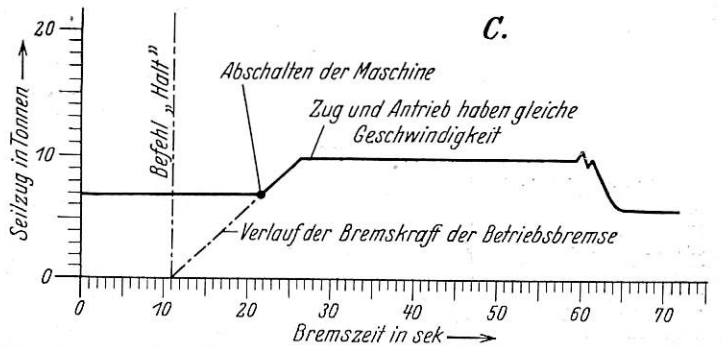


Abb. 6c. Befehl „Halt“. Bremsmagnetstromkreis unterbrochen, Motor wird von Hand abgeschaltet, wenn Stromzeiger durch „Null“ geht.

daß der Bremswert direkt proportional dem Anpreßdruck ist; es liegt also lineare Charakteristik vor. Bei der Bandbremse hingegen hängt er wohl auch vom Anpreßdruck ab, aber mittelbar über die Größe des umspannten Bogens; die Umfangskraft nimmt nach einer logarithmischen Spirale zu. Da kommt es natürlich sehr darauf an, wie groß der Ausschnitt der Spirale ist.

Der Zustand der Reibflächen spielt bei beiden Bremsformen eine bedeutende Rolle. So lange die Gleitflächen der Brems-

scheiben von der Bearbeitung her noch etwas rauh sind — vergleiche die Versuche von Klein*) — ist die Bremskraft kleiner als bei glatt geschliffenen Flächen von Scheibe, Band oder Backen. Es tauchte die Frage auf, weshalb nicht schon von Anfang an Backenbremsen vorgesehen waren? Die Antwort ist leicht zu geben; die Bandbremse braucht weniger Platz und ist etwas billiger im Betrieb als die Backenbremse. In den meisten Fällen spielt eine Veränderung der Bremscharakteristik keine solch bedeutende Rolle, wie bei der Dresdener Seilablaufanlage. Der Umbau selbst vollzog sich ohne besondere Schwierigkeiten. Seither haben die Bremsungen mit der Betriebsbremse wieder die Weichheit wie ehemals.

Für den Fall, daß sich die Verbindung zwischen Seilscheibe und Bremswelle löst, sei es durch Zahnbruch oder eine andere Ursache, übernimmt die Verzögerung des sonst frei abgehenden Zuges eine große Backenbremse, die unmittelbar auf die Seilscheibe wirkt. Während die beiden Bandbremsen ferngetätigt werden können, arbeitet die große Bremse selbsttätig bei Überschreitung einer bestimmten Höchstgeschwindigkeit (4,7 m/sec) durch mechanische Fliehkraftauslösung. Ihr Bremsmoment wird 13750 mkg. Sie ist eine Doppelbackenbremse; der außerordentlich hohe Anpreßdruck der hölzernen Bremsklötze verlangt eine besonders starke Übersetzung zum Bremsgewicht. Der Fliehkraftregler besorgt bei der angegebenen Höchstgeschwindigkeit die Freigabe des verriegelt hängenden Gewichts. Damit aber die Bremskraft nicht schlagartig einsetzt und das fallende Gewicht die Einrichtung etwa gar zerstört, ist es durch ein Luftpolster abgefedert.

5. Streckenausrüstung.

Die Streckenausrüstung beginnt, wie aus Abb. 5 zu ersehen, mit der Hochführung des Seiles aus dem unter Drehweichenboden liegenden Antriebsraum. Die schon im 1. Teil erwähnten Seilscheiben im Stollen unter der Drehweiche bringen das Seil knapp über den Boden der Weichengrube. Es höher zu legen wäre zwecklos, weil der Spielraum zwischen Untergurt des Brückenträgers und Boden gerade ausreicht, um mit dem Seil noch frei durchzukommen. Erst hinter der Weiche wird das Seil auf die endgültige Höhenlage gebracht. In einzelnen Kanälen sind für jedes Gleis Trag- und Druckseilscheiben von etwa 1,5 m Durchmesser eingebaut. Sie müssen schräg im

*) Klein, Forschungshefte der Ingenieurwissenschaften.

Raume liegen, da die Ablenkung sich nicht nur in der lotrechten, sondern gleichzeitig auch in der waagerechten Seilebene vollzieht. In einer 129 mm unter Schienenoberkante der Vollspur hinziehenden Ebene wird das Seil von Tragrollen mit Flanschen, Kurvenrollen mit geneigter Achse und kleinen Tragwalzen, parallel zur jeweiligen Gleislage, gehalten. Im Gegensatz zu den mit Gleitlagern versehenen großen Seilscheiben und Tragwalzen sind die in etwa 15 m Abstand verlegten Trag- und Kurvenrollen mit Wälzlagern ausgerüstet. Die Spurbahn für den Hilfswagen bilden T-Rungeneisen, die sich wegen des größeren Raumes im Steg besser für die untergreifenden Führungsrollen und Nasen eignen, als Feldbahnschienen. Auch ihre Biegefestigkeit ist größer, was für unvermutete Seitenkräfte nicht unvorteilhaft erscheint. Die Verlagerung der Kurvenrollen geschieht im Verband mit den Schienenfüßen. In Rücksicht auf die bei der Ablaufvorbereitung im Gleise arbeitenden Bediensteten wurde diese Hilfsbahn 200 mm seitlich der Gleisachse verlegt. Abb. 4, Taf. 15, zeigt einen Schnitt durch das Gleis einschließlich Seilwagen.

Einige Meter vor der Weichenzunge läuft das Seil über eine Tragscheibe verhältnismäßig kleinen Durchmessers nach unten auf die etwa 1,5 m unter S. O. eingebaute Ablenkscheibe. Sie lenkt den Seillauf nach der an der Böschung errichteten Spannvorrichtung. Auf einer Brücke läuft der die eigentliche Spanscheibe tragende Wagen, der stets durch ein besonderes Spannseil, das am anderen Ende das Gewicht trägt, von der Böschung weggezogen wird. Damit das Gewicht unter den Wettereinflüssen nicht pendeln kann, führt es sich an der Brückenstütze in besonderen Profilträgern. Die notwendige Größe der Spannlast ist an anderer Stelle eingehend begründet. Die übrigen Einzelheiten gehen aus der Abb. 5, Seite 62 im 1. Teil hervor.

Für das Unterseil wurde wegen der geringeren Arbeitsaufnahme durch dynamische Vorgänge (es kommt hauptsächlich nur statische Beanspruchung in Betracht), ein Drahtwerkstoff geringerer Zugfestigkeit, nur 130 kg/mm², verarbeitet. Andererseits ist die Sicherheitsziffer auf sieben heraufgesetzt worden. Die Seilkonstruktion gleicht der des Oberseiles, ist also auch sechslitzig, aber bei 0,8 mm Drahtstärke hat das Seil nur einen äußeren Durchmesser von 17,5 mm. Damit sind für die Führung des Unterseiles nach der Spannvorrichtung kleinere Seilscheibendurchmesser durchaus vertretbar.

Die Seilablaufanlage. 3. Teil.

Die elektrotechnischen Einrichtungen der Seilablaufanlage.

Von Reichsbahnrat Seltmann, Dresden.

Hierzu Abb. 3 auf Tafel 14.

A. Allgemeines.

Der elektrische Teil der Seilablaufanlage hat die Aufgabe, die Ablaufgeschwindigkeit möglichst feinstufig zu regeln und dabei sowohl die zum Andrücken des Zuges notwendige Energie zuzuführen, als auch die beim Abbremsen des in Neigung 1:100 ablaufenden Zuges freiwerdende Energie aufzunehmen. Hierzu ist die Anlage nach der Leonard-Schaltung geschaltet. Der Nachteil, daß die Leonard-Schaltung eine Umformung des zur Verfügung stehenden Drehstroms in Gleichstrom erforderlich macht, wird dadurch bei weitem aufgewogen, daß einerseits die Regulierung des Zugablaufs denkbar einfach wird, da sie eine reine Geschwindigkeitsregulierung ist, während die Brems- und Druckkräfte sich selbsttätig je nach Einwirkung des Zuges auf das Seil einstellen, und daß andererseits auch die Steuerorgane einfach sind, da die zu schaltenden Steuerströme sehr klein sind und die Arbeitsströme die Steuerorgane nicht berühren. Auf den letzten Umstand mußte mit Rücksicht auf die örtliche Anordnung der Anlageteile besonderer Wert gelegt werden.

B. Schaltung der Motoren.

Die Anwendung der Leonard-Schaltung auf die Seilablaufanlage ist folgendermaßen (vergl. Abb. 3, Taf. 14).

Die mit der Karlikscheibe über das Vorgelege gekuppelten Antriebmotoren sind fremderregte Gleichstrommaschinen. Zu jeder dieser Maschinen gehört eine Steuermaschine, die auf einer Welle sitzen und mit einer Drehstrommaschine gekuppelt sind. Die Drehstrommaschine ist über einen Drehstromtransformator an das 3000 Volt-Netz des Bahnkraftwerks angeschlossen. Die Steuermaschinen sind ebenfalls fremderregte Gleichstrommaschinen.

Die Erregung der Antriebmotoren ist konstant, während die Erregung der Steuermaschinen durch das mit einem Regler in Verbindung stehende Steuerrad des Ablaufmeisters auf den Steuerpulten geregelt wird. Den Erregerstrom liefert eine besondere Erregermaschine (Nebenschlußmaschine), die ebenfalls mit der Drehstrommaschine gekuppelt ist.

Für die Gleichstrommaschinen gilt:

$$E = c \cdot n \cdot \Phi.$$

E Spannung in Volt, c Konstante, n Drehzahl,
 Φ magnetisches Feld, abhängig von der Größe des Erregerstroms.

Die auf einer Welle sitzenden Maschinen: Steuermaschine, Erregermaschine und Drehstrommotor laufen mit konstanter Drehzahl. Für die Steuermaschine wird demnach, da n konstant ist, E proportional Φ . Durch Veränderung der Erregung mittels des Steuerrades ändert sich die Klemmenspannung E. Bei den mit der Karlikscheibe gekuppelten Antriebmotoren ist das Feld Φ infolge konstanten Erregerstroms konstant, es ist die Drehzahl n proportional der Klemmenspannung E. Da nun die Ankerklemmen der Antriebmotoren im Stromkreis der Ankerklemmen der Steuermaschinen liegen, ändert sich die Drehzahl der Antriebmotoren mit Veränderung der Erregung der Steuermaschinen, welche letztere vom Ablaufmeister mittels des Steuerrades eingestellt wird.

Die Stromstärken regeln sich selbsttätig je nach dem durch den Zug über Seil und Karlikscheibe auf den Motor ausgeübten Drehmoment. Es gilt für die Antriebmotoren:

$$D = c \cdot J \cdot \Phi.$$

D Drehmoment in mkg, c Konstante, J Stromstärke in Amp., Φ magnetisches Feld.

Da das Feld infolge konstanter Erregung konstant ist, ist J proportional D. Kehrt sich das Drehmoment um, d. h. muß der Zug angedrückt werden, so wird auch die Stromstärke negativ. Der Übergang vollzieht sich vollkommen selbsttätig und ist auf die Drehzahl und Klemmenspannung nur insofern von Einfluß, als mit Veränderung der Stromstärke und der Stromrichtung sich der Spannungsabfall im Ankerstromkreis verändert und umkehrt.

Der Energieverlauf ist folgender: Soll ein Zug beschleunigt werden, so entnimmt die Drehstrommaschine dem Netz elektrische Energie und treibt mechanisch die Steuermaschine an, die den Antriebmotor mit Gleichstrom von regelbarer Spannung speist. Dieser arbeitet dann als Motor. Beim Abbremsen des Zuges wird der Antriebmotor mechanisch angetrieben, er erzeugt elektrische Energie und speist damit die Steuermaschine, die mechanisch die Drehstrommaschine antreibt. Diese läuft als Generator und gibt die erzeugte Energie als Drehstrom an das Drehstromnetz ab.

Die auf einer Welle sitzenden Maschinen (Drehstrommaschinen und Steuermaschinen) werden als Leonard-Aggregat bezeichnet. Dieses Aggregat läuft dauernd; es wird nur ausgeschaltet, wenn der Ablaufbetrieb vollkommen ruht. Die Antriebmotoren dagegen werden erst beim Beginn eines Ablaufs vom Ablaufmeister eingeschaltet, und zwar sowohl der Erregerstromkreis wie auch der Ankerstromkreis. Das Einschalten dieser Stromkreise erfolgt durch Drücken des „Ein“-Druckknopfes auf dem Steuerpult, wodurch die im Erregerstromkreis und Ankerstromkreis liegenden Schütze eingeschaltet und gleichzeitig die mechanischen Bremsen gelüftet werden. Die Umkehrung der Drehrichtung der Antriebmotoren wird lediglich durch Umkehren der Erregung der Steuermaschinen bewirkt. Soll der Antrieb zum Stehen gebracht werden, so geschieht dies mittels des „Halt“-Druckknopfes. Hierdurch wird zunächst nur die Betriebsbremse eingesetzt. Diese übernimmt allmählich, da sie sehr weich einsetzt, die Abbremsung des Zuges. Die Bremsstromstärke fällt in dem Maße ab, wie das Bremsvermögen der Betriebsbremse wächst. Ist dies gerade so groß, wie vorher die elektrische Bremskraft, dann ist die Stromstärke Null. Da das Bremsvermögen der Betriebsbremse aber weiter wächst, so kehrt sich die Stromrichtung um, die Stromstärke wird negativ, die Antriebsmaschinen arbeiten als Motoren gegen die Bremse. Hat die negative Stromstärke einen bestimmten Wert (etwa 40 Amp.) erreicht, so werden die Motoren durch ein Relais

automatisch abgeschaltet, d. h. die Schütze, die den Erregerstromkreis und Ankerstromkreis schließen, fallen heraus. Die Betriebsbremse übernimmt nun allein die Abbremsung des Zuges und vermindert seine Geschwindigkeit bis zum Stillstande. Diese Bremsschaltung wurde nach langen Versuchen deshalb gewählt, damit die Bremsung der Karlikscheibe auch nicht für den Bruchteil einer Sekunde unterbrochen wird. Wäre dies der Fall, dann würde die im Seil (durch Seilspannung und damit verbundene Seildehnung) aufgespeicherte Energie den augenblicklich ungebremsten Antrieb beschleunigen, das Seil zwischen Seilwagen und Karlikscheibe würde spannungslos werden und die nun eingreifende Bremse würde den unbelasteten Antrieb abbremsen, während der Zug noch mit gleicher, u. U. sogar zunehmender Geschwindigkeit weiterläuft. Hängt sich dann der Zug wieder in das Seil ein, so müßte sich die Geschwindigkeit des Antriebs wieder der Geschwindigkeit des Zuges anpassen, die Massen des Antriebs müßten also gegen die Bremse beschleunigt werden, was unliebsame Stöße im Seil hervorrufen würde.

Wird der leere Seilwagen mittels des Steuerschalters an den letzten Wagen des Zuges verfahren, so wird der Antriebmotor nicht wie beim gewöhnlichen Ablauf auf die Steuermaschine, sondern durch besondere Schütze auf die Erregermaschine geschaltet. Beim Fahren vom Steuerschalter aus wird die Betriebsbremse gleichzeitig mit der Einschaltung des Motors gelüftet und auch gleichzeitig mit der Abschaltung des Motors wieder eingesetzt.

C. Belastung der Motoren.

Die Belastung der Motoren ergibt sich aus dem Zuggewicht, der Neigung der Ablaufgleise und der Ablaufgeschwindigkeit.

Das größte Zuggewicht beträgt 1200 t.

Die Neigung der Ablaufgleise 1:100.

Die Ablaufgeschwindigkeit 0 bis 1,5 m/sec.

Für die Bemessung der Motoren wurden folgende Annahme zugrunde gelegt:

1. Für die Antriebmotoren und Steuermaschinen

a) Ein 1200 t-Zug läuft mit 1,0 m/sec ab

b) Ein 800 t- „ „ „ 1,5 „ „

2. Für die Erregermaschine

a) Ablauf eines Zuges,

b) Verholen des leeren Seilwagens mittels des Steuerschalters.

3. Für die Drehstrommaschine:

Ein mittelschwerer Zug läuft ab, während ein schwerer Zug nachgelassen wird.

1a. Die Abtriebskraft eines 1200 t schweren Zuges im Gefälle 1:100 beträgt 12000 kg. Bei Annahme eines Bahnwiderstandes von 2,5 kg/t, eines Kurvenwiderstandes und Leerlaufwiderstandes des Seiles von zusammen 1500 kg beträgt dann die Seilkraft

$$12000 - (1200 \cdot 2,5 + 1500) = 7500 \text{ kg}$$

und die vom Antriebsmotor aufzunehmende Leistung bei einer Seilgeschwindigkeit von 1,0 m/sec und einem Wirkungsgrad des Antriebs von 75%

$$\frac{7500 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 0,736}{75} = 55 \text{ kW}$$

und die vom Antriebsmotor abgegebene Leistung bei einem Wirkungsgrad des Motors von 90% = 50 kW.

Die Klemmenspannung des Motors beträgt bei der der Seilgeschwindigkeit von 1 m/sec entsprechenden Drehzahl ~ 400 Volt und die Stromstärke ~ 125 Amp. Der Spannungsabfall bis zur Steuermaschine in dem ~ 700 m langen Kabel $2 \times 35 \text{ mm}^2$ beträgt dann ~ 88 Volt, und die Belastung der Steuermaschine 39 kW.

1b. Die Seilkraft bei Ablauf eines 800 t-Zuges bei gleichem Bahnwiderstand und Kurvenwiderstand wie unter 1a beträgt
 $8000 - (800 \cdot 2,5 + 1500) = 4500 \text{ kg}$
 und die vom Antriebsmotor aufzunehmende Leistung bei einer Seilgeschwindigkeit von 1,5 m/sec und einem Wirkungsgrad des Antriebs von 75%

$$\frac{4500 \cdot 1,5 \cdot 0,75 \cdot 0,736}{75} = 50 \text{ kW}$$

und die vom Antriebsmotor abgegebene Leistung $\sim 45 \text{ kW}$ bei einer Klemmenspannung des Antriebsmotors von $\sim 600 \text{ Volt}$ und einer Stromstärke von 75 Amp. Der Spannungsabfall bis zur Steuermaschine beträgt dann etwa 52 Volt und die Belastung der Steuermaschine 41 kW.

2. Die Belastung der Erregermaschine ist gegeben durch den Stromverbrauch der Steuerapparate und Signalanlage, ferner durch den Erregerstrom für die Antriebsmotoren und die Steuermaschinen bei 220 Volt Spannung.

a) Der Stromverbrauch beträgt: $\sim 17 \text{ Amp.}$ zur Erregung des Antriebsmotors + $\sim 6 \text{ Amp.}$ zur Erregung der Steuermaschine + $\sim 5 \text{ Amp.}$ für die Schaltapparate und Signalanlage = 28 Amp. und die Belastung der Erregermaschine = 6,2 kW.

b) Der Stromverbrauch beträgt: $\sim 17 \text{ Amp.}$ zur Erregung des Antriebsmotors + $\sim 25 \text{ Amp.}$ Ankerstrom des Antriebsmotors (entsprechend dem Leerlaufwiderstand des Seiles und des Antriebs) + $\sim 5 \text{ Amp.}$ für die Schaltapparate und Signalanlage = 47 Amp. und die Belastung der Erregermaschine 10,4 kW.

3. Die Belastung der Drehstrommaschine beträgt bei einem Wirkungsgrad der Steuermaschinen und Erregermaschine von 90%

Fall 1a: 35 kW als Generator,
 Fall 1b: 37 kW als Generator,
 Fall 2a: 7 kW als Motor,
 Fall 2b: 11,5 kW als Motor.

Der ungünstigste Belastungsfall wäre der, wenn 1a und 1b zusammenfallen, wenn also auf einem Gleis ein 1200 t-Zug mit 1,0 m/sec ablaufen und auf einem anderen Gleis ein 800 t-Zug mit 1,5 m/sec nachgelassen würde. Dann ist die Belastung der Drehstrommaschine durch 1a und 1b 72 kW als Generator und durch 2a 14 kW als Motor und somit die wirksame Belastung 58 kW als Generator.

Aufgestellt sind:

| | | | |
|-----------------------|----------------|--------------|-------|
| als Antriebsmotoren | Motoren GM 245 | Nennleistung | 39 kW |
| als Steuermaschinen | „ „ | 185 | 25 „ |
| als Erregermaschine | „ „ | 125 | 11 „ |
| als Drehstrommaschine | „ R 136 | „ | 40 „ |

Die Überlastung der Maschinen würde sein:

Fall 1a: 41% f. d. Antriebsmotor u. 56% f. d. Steuermaschine
 Fall 1b: 28% „ „ „ „ 64% „ „ „ „

und für die Drehstrommaschine im ungünstigsten Fall 45%.

Die unter 1a und 1b angenommenen Belastungsfälle stellen eine Belastung dar, die praktisch kaum vorkommt, da aus betrieblichen Gründen einerseits eine Ablaufgeschwindigkeit von 1 m/sec mit einem Zuggewicht von 1200 t kaum erreicht wird und andererseits mit mittleren Zuggewichten Ablaufgeschwindigkeiten von 1,5 m/sec selten möglich sind. Hinzu kommt, daß in der Rechnung der Bahnwiderstand des Zuges zuungunsten der Motoren sehr niedrig zu 2,5 kg/t angenommen wurde. Die Betriebserfahrungen haben dies bestätigt.

D. Überlastungsschutz der Motoren.

Um die Motoren vor unzulässiger Überlastung zu schützen, sind Maximalrelais auf der Gleichstrom- und Wechselstromseite und ein Fliehkraftschalter an dem Leonard-Maschinensatz eingebaut.

Die Maximalrelais leiten den normalen Bremsvorgang ein, wenn die höchste zulässige Stromstärke überschritten wird, was durch unsachgemäße Regulierung des Zugablaufs mittels des Reglers und durch Störungen in der Schaltung der Motoren verursacht werden kann. Die Maximalrelais auf der Gleichstromseite besitzen Zeitauslösung, so daß sie erst ansprechen, wenn die höchst zulässige Stromstärke eine gewisse Zeitlang überschritten wird. Dies ist notwendig, damit Stromstöße, die nicht durch unsachgemäße Bedienung, sondern durch Schwingungen im Zuge ausgelöst werden und die nur kurz sind, aufgenommen werden.

Tritt eine Störung auf der Hochspannungsseite der Anlage ein, so daß die durch Abbremsen eines Zuges erzeugte Leistung nicht an das Drehstromnetz abgegeben werden kann, so haben die Steuermaschinen das Bestreben, durchzugehen. Dies wird durch den auf der Welle der Steuermaschinen sitzenden Fliehkraftschalter verhindert, der bei Überschreitung einer gewissen Drehzahl die Antriebsmotoren abschaltet und den Zug durch die mechanischen Bremsen zum Halten bringt.

E. Stromverbrauch der Anlage.

Aus dem Stromverbrauch oder -gewinn bei einem einzelnen Zuge kann nicht ohne weiteres auf den Stromverbrauch oder -gewinn der gesamten Anlage geschlossen werden, da mehrere veränderliche Größen, wie Zuggewicht, Bahnwiderstand, Geschwindigkeit und etwaige Unterbrechungen des Ablaufs eine Rolle spielen.

Der Stromverlauf während eines Zugablaufs ist im Regelfalle so, daß beim Anfahren zur Überwindung der Anlaufwiderstände Strom zugeführt wird, daß sich der Zug dann in das Seil einhängt und hohe Rückströme liefert, die mit Abnehmen des Zuggewichtes kleiner werden, um dann bei kleinsten Gewichten, die zur Überwindung der Seillaufwiderstände nicht mehr ausreichen, wieder negativ zu werden. Wenn auch bei manchen Zügen der Rückgewinn erheblich ist, so ergibt doch der Dauerbetrieb keinen Stromgewinn, da der zeitweilige Rückgewinn durch die Leerlaufverluste und Steuerapparate wieder aufgezehrt wird.

Nach dem Ergebnis etwa einjähriger Betriebsführung beträgt der Stromverbrauch im Mittel 1,5 kWh für 100 Achsen.

F. Vorteile der Leonardschaltung für die Steuerung eines Zugablaufs.

Durch die Leonardschaltung wird, wie eingangs gesagt und unter B näher erläutert, erreicht, daß die Regelung eines Zugablaufs eine reine Geschwindigkeitsregelung ist, während die Brems- und Druckkräfte sich selbsttätig je nach Einwirkung des Zuges auf das Seil einstellen. Da andererseits die Ankerstromstärke des Antriebsmotors dem Drehmoment der Karlikscheibe und damit der Seilkraft direkt proportional ist, kann dem Ablaufmeister am Steuerstand das Vorhandensein von Brems- und Druckkräften durch einen Stromzeiger sichtbar gemacht werden. Je nach der Krafrichtung im Seil ist das Drehmoment an der Karlikscheibe und damit die Stromstärke positiv oder negativ; der Stromzeiger schlägt somit nach der einen oder anderen Seite aus der Nullage aus und zeigt dadurch an, ob der Zug abgebremst oder angedrückt wird. Die Größe der Stromstärke ist ein Maß für die Seilkraft. Hierdurch ist auch die Möglichkeit gegeben, auf einfache Weise Bremskräfte und Druckkräfte und zwar in verschiedener Höhe zu begrenzen, was für die Bremskräfte mit Rücksicht auf die Belastung der Motoren und für die Druckkräfte mit Rücksicht auf die Wirkung des Seilantriebs unbedingt erforderlich ist.

Wie wichtig die Kenntnis des Vorhandenseins und der Größe der Brems- und Druckkräfte für eine sachgemäße Steuerung ist, geht aus dem in Teil 2 Behandelten hervor.

Der Stromzeiger ist deshalb neben dem Geschwindigkeitszeiger, der ein auf Geschwindigkeit geeichter Spannungsmesser ist und von einer kleinen Dynamomaschine auf der Motorwelle gespeist wird, das Hauptkontrollorgan des Ablaufmeisters. Ein Zugablauf ist unter Beobachtung dieser beiden Instrumente nach folgenden Richtlinien zu leiten:

Ist der Zugablauf eingeleitet, so ist zunächst der Geschwindigkeitszeiger zu beobachten und festzustellen, ob sich der Zug von selbst in Bewegung setzt. Geschieht dies, so wird er sich selbst überlassen, bis ein Ausschlag des Stromzeigers nach der Seite „Bremsen“ anzeigt, daß der Zug sich in das Seil eingehängt hat. Dann wird er durch Betätigung des Reglers auf die erforderliche Geschwindigkeit gebracht. Dies hat unter Beobachtung des Stromzeigers so zu geschehen, daß größere Stromschwankungen und damit Schwankungen der Seilkraft vermieden werden. Insbesondere ist darauf zu achten, daß nicht ein mehrfacher Wechsel zwischen Drücken und Bremsen eintritt, damit der Zug, der nicht starr, sondern durch Kupplungen und Pufferfedern elastisch ist, nicht in Schwingungen gerät und beim Ausgleich dieser Schwingungen hohe Seilspannungen auslöst. Diese Forderung ist nicht durch die Betriebssicherheit, sondern zur Schonung aller Anlageteile gestellt.

Setzt sich der Zug nicht von selbst in Bewegung, dann ist durch Betätigung des Reglers die Druckkraft, die auch bei Reglergrundstellung in geringem Maße vorhanden ist, da der Regler keinen Nullpunkt besitzt, zu steigern. Setzt sich der Zug dann in Bewegung, so ist er wieder sich selbst zu überlassen, bis er sich in das Seil eingehängt hat.

G. Elektrische Regulierfähigkeit.

Die Wahl der Motoren wurde auf Grund des in Abschnitt C angeführten Rechnungsgangs vorgenommen. In diesen Berechnungen waren die Größen des Bahnwiderstandes und Kurvenwiderstandes des Zuges, des Leerlaufwiderstandes und Wirkungsgrades des Antriebs Annahmen. Das erste Halbjahr der Betriebsführung zeigte, daß diese Annahmen in ihrer Gesamtwirkung richtig waren und daß auch die elektrische Regulierfähigkeit den Berechnungen entsprach. Nur die Grundgeschwindigkeiten bei Reglergrundstellung waren bei schweren Zügen und damit großen Bremsströmen höher als betrieblich erwünscht. Die Ursache lag in der Wirkung der Compoundwicklung der Steuermaschine, die so geschaltet ist, daß sie das Erregerfeld bei Generatorwirkung schwächt und bei Motorwirkung verstärkt. Die Abmessung der Compoundwicklung war so gewählt, daß auch bei leichten Zügen die gewünschte größte Ablaufgeschwindigkeit von 1,5 m/sec unter allen Umständen erreicht werden konnte und beim Andrücken der Züge eine weiche Steigerung der Druckkräfte möglich war. Versuche ergaben, daß es mit Rücksicht auf den großen Widerstand der Verbindungsleitungen zwischen dem Antriebsmotor und der Steuermaschine zulässig ist, die Compoundwicklung der Steuermaschine teilweise kurz zu schließen. Hierdurch konnten die Grundgeschwindigkeiten um 0,2 m/sec auf 0,2 bis 0,6 m/sec je nach Zuggewicht gesenkt werden. Eine weitere Herabminderung der Grundgeschwindigkeiten wäre durch Vorschalten von Widerständen am Feldregler der Steuermaschine möglich gewesen, worauf jedoch zunächst verzichtet wurde, da dem Betrieb die erreichten Grundgeschwindigkeiten genügten. Weitere Versuche zeigten, daß trotz Schwächung der Compoundierung der Steuermaschine auch mit leichten Zügen die größten Ablaufgeschwindigkeiten erreicht wurden, und daß die etwas härtere Reglung in den ersten Stufen besonders der Druckkräfte bei feinfühligem Bedienung des Reglers praktisch bedeutungslos war.

Damit schien die Aufgabe der elektrischen Steuerung gelöst zu sein, bis nach halbjähriger Betriebszeit im Frühjahr

1929 neue Erscheinungen auftraten. Bei sehr schweren Zügen stellten sich wesentlich höhere Bremsströme ein, wodurch einestils die Grundgeschwindigkeiten unzulässig bis auf etwa 1,1 m/sec erhöht wurden und andererseits die Regulierfähigkeit beeinträchtigt wurde, da die Differenz zwischen der höchst zulässigen Bremsstromstärke und der der statischen Abtriebskraft des Zuges entsprechenden Bremsstromstärke so klein wurde, daß eine nennenswerte Verzögerung nicht mehr erreicht werden konnte, ja die Verzögerung teilweise unmöglich war. Eine genaue Erklärung hierfür konnte zunächst nicht gefunden werden, da sich selbst bei Annahme sehr niedrigen Bahn- und Kurvenwiderstandes des Zuges rechnerisch Abtriebskräfte ergaben, die unter den aus der beobachteten Bremsstromstärke und der Eichkurve des Antriebsmotors ermittelten Abtriebskräften lagen. Die Untersuchung der Antriebsmotoren und Steuermaschinen, Isolations- und Widerstandsmessungen sowie die Aufnahme der Charakteristiken dieser Maschinen ließen die Ursache nicht erkennen; es konnten keine Veränderungen festgestellt werden. Erst eingehende Versuche, bei denen während der Dauer ganzer Zugabläufe die Geschwindigkeiten, Stromstärken und Leistungen des Antriebsmotors durch registrierende Instrumente aufgenommen wurden, gaben Aufschluß.

In Textabb. 1 ist der Verlauf der bei einem dieser Versuche mit einem Zug von 1170 t und 87 Achsen aufgenommenen Werte ersichtlich.

Beim Lösen der Spindelbremsen hängt sich der Zug in das Seil ein, zieht den Antrieb in sechs Schwingungen unter der Bremse (Backenbremse) durch und kommt nach etwa 20 Sekunden zum Stillstand. Beim Einschalten des Zugablaufs tritt infolge des Freiwerdens der im Seil aufgespeicherten Energie (durch Einhängen des Zuges beim Lösen der Bremsen) eine kurze Geschwindigkeitsspitze ein. Der Zug muß aber dann über 1 Minute lang angedrückt werden, wobei er bis auf den letzten Wagen zusammengestaucht wird; dann hängt er sich mit großer Kraft und starker Beschleunigung des Antriebs in das Seil ein. Nach Abklingen der Seilschwingungen steigt die Stromstärke und die Geschwindigkeit (ohne Betätigung des Reglers) bis auf 190 Amp. und 1,1 m/sec an, welche Geschwindigkeit dann kurzzeitig bei gleicher Stromstärke gehalten wird. Dieser Zustand wurde nicht längere Zeit beibehalten, da der Ankerstrom von 190 Amp. schon eine hohe Überlastung des Motors darstellt. Beim Einsetzen der Betriebsbremse nimmt die Geschwindigkeit zunächst stark, dann langsamer ab, entsprechend der Abnahme des Antriebs der elektrischen Bremskraft. Der normale Bremsvorgang konnte aber nicht bis zum Schluß durchgeführt werden, da das Seil in der Karlikscheibe zu rutschen begann. Bei 0,2 m/sec wurde aus diesem Grunde die Spindelbremsen des Zuges angezogen.

Diese Versuche ergaben wertvolle Aufschlüsse. Da angenommen werden muß, daß während des Gleichbleibens der Geschwindigkeit auf 1,1 m/sec nur noch die statischen Abtriebskräfte des Zuges vorhanden waren und wenn man unter Einrechnung des Kurvenwiderstandes den mittleren Bahnwiderstand des Zuges zu 3 kg/t einsetzt, so hat die gesamte Abtriebskraft des Zuges im Gefälle 1:100 $1170 \times (10 - 3) = 8200$ kg und die Abtriebsleistung $\frac{8200 \times 1,1 \times 0,736}{75} = 88,5$ kW betragen.

Bei einem Widerstand in der Antriebsmaschine von 0,7 Ohm betragen die Verluste in dieser Maschine bei einer Stromstärke von 190 Amp. etwa 25,3 kW. Der kW-Stundenzeiger ergab eine elektrisch abgegebene Leistung von 55 kW. Die Verluste im Antrieb und Seil betragen demnach 8,2 kW, der Wirkungsgrad des Antriebs ist 90% und der Laufwiderstand des gesamten Antriebs 820 kg. Der Wirkungsgrad

erscheint damit außerordentlich hoch. Es ist aber bei dieser Berechnung zu berücksichtigen, daß in der Annahme des Bahnwiderstandes Fehler liegen können und auch die elektrischen Verluste nicht völlig genau sind. Es muß aber als sicher angenommen werden, daß der Wirkungsgrad unter diesen Betriebsverhältnissen höher liegt, als bei der Vorausberechnung angenommen wurde, was wiederum eine Überbeanspruchung der Motoren gegenüber den ersten Voraussetzungen bedeutet. Die damit verbundene erhöhte Ankerückwirkung bewirkt eine solche Schwächung des Feldes, daß bei gleichem Drehmoment die Stromstärken sehr stark anwachsen, wodurch das Feld weiter geschwächt wird und der Motor Drehzahlen annimmt, die betrieblich nicht brauchbar sind.

von 150 Amp. erreicht. Sie wäre bei schnellerer Reglerbetätigung und damit verbundener größerer Stromstärke in noch kürzerer Zeit möglich gewesen, Verzögerungsströme bis 170 Amp. nehmen die Motoren bei verstärktem Felde ohne weiteres auf. Daß beim Zurückgehen in die Reglergrundstellung die Anfangsgeschwindigkeit nicht wieder erreicht wurde, sondern nur eine um 0,2 m/sec höhere Geschwindigkeit, ist in der Remanenz der Steuermaschine begründet. Diese Differenz betrug bei allen Versuchen 0,2 m/sec.

Die in dieser Weise durchgeführte Versuchsreihe, die auch zu einer Änderung in der Abstufung des Reglers führte, brachte den Beweis, daß die elektrische Regulierfähigkeit nunmehr den betrieblichen Anforderungen genügt.

Ähnliche Versuche, die nach Beseitigung der Ursachen

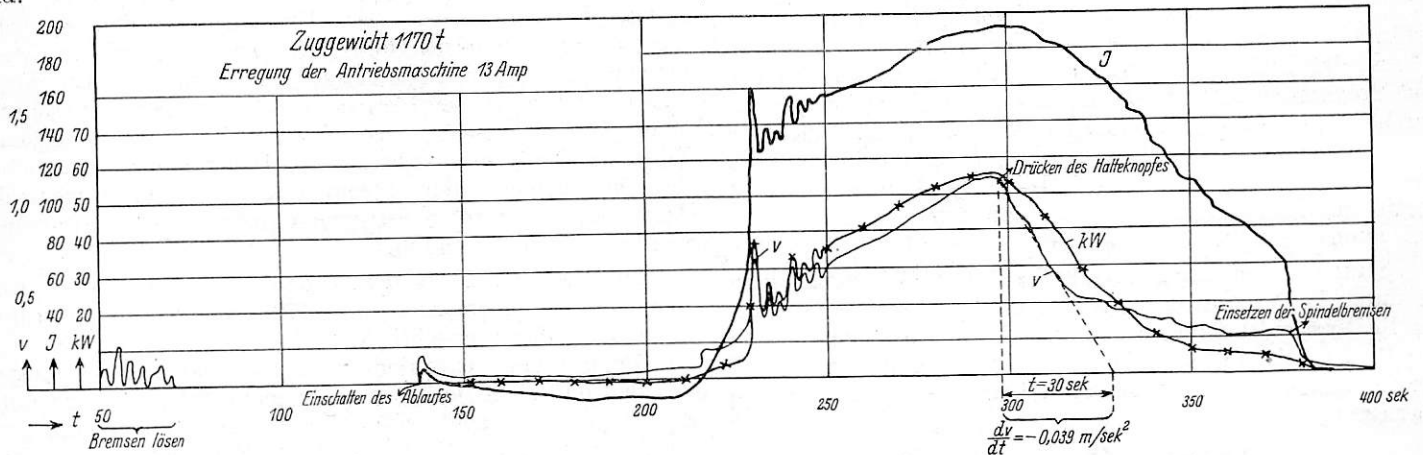


Abb. 1.

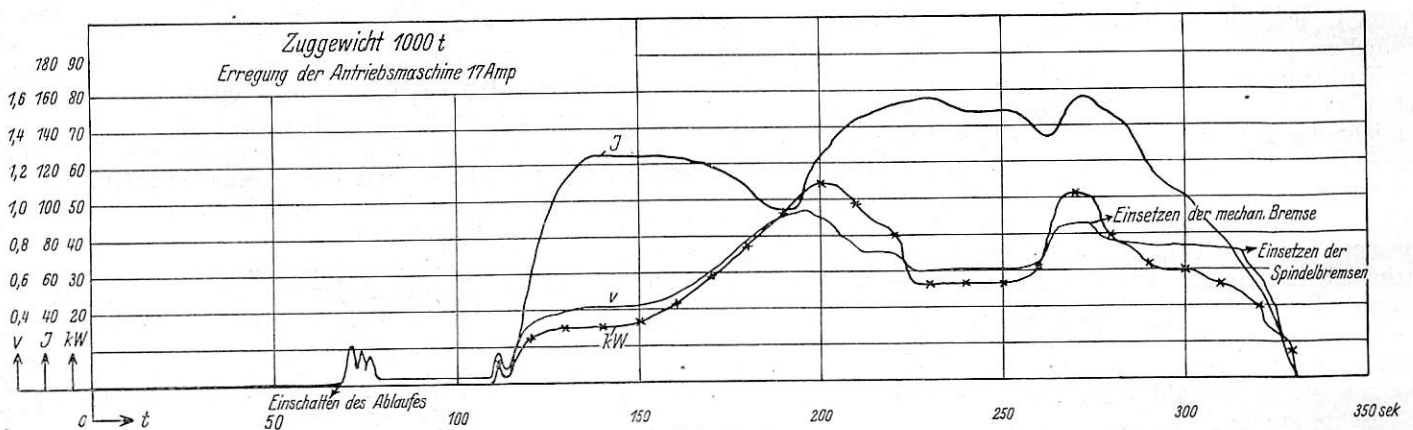


Abb. 2.

Aus dieser Erkenntnis heraus wurde das Feld der Antriebsmaschinen durch Erhöhung des Erregerstroms von 13 auf 17 Amp. verstärkt. Textabb. 2 zeigt einen Versuch mit dieser Einstellung. Das Zuggewicht beträgt 1000 t bei der gleichen Achsbelastung von 13,5 t.

Ein Andrücken des Zuges war diesmal nicht nötig, der Zug hing sich ohne wesentliche Schwingungen in das Seil ein. Die Geschwindigkeit bei Reglergrundstellung blieb 0,4 m/sec. Nach Heraufregeln der Geschwindigkeit auf 0,94 m/sec wurde langsam bis zur Reglergrundstellung verzögert, wobei 0,6 m/sec erreicht wurde. Es wurde dann wieder auf 0,9 m/sec gesteuert, dann wurden die Bremsen eingesetzt. Der Bremsvorgang mußte in diesem Fall wieder wegen Seilrutsches durch Einsetzen der Spindelbremsen unterbrochen werden.

Diese Abbildung zeigt deutlich, daß bei Reglergrundstellung die Geschwindigkeit bei 120 Amp. Bremsstrom konstant ist und den für den Betrieb günstigen Wert von 0,4 m/sec annimmt. Die elektrische Verzögerung von 0,9 auf 0,6 m/sec wurde in 23 Sekunden bei einem Bremsstrom

des Seilrutsches (vergl. Teil 2) durchgeführt wurden, gaben noch wichtige Aufschlüsse über die Auswirkung der Steuertätigkeit auf die Beanspruchung des Antriebs und des Seiles und über die Vorgänge bei Haltbremsungen und ihre Beeinflussung durch die Steuertätigkeit des Ablaufmeisters. Es ist z. B. zweckmäßig, um die Weichheit des Bremsvorgangs bei Haltbremsungen zu heben und auch den Bremsweg zu verkürzen, bei Einleitung der Bremsung zunächst den Regler in Grundstellung zu bringen und dann erst die Betriebsbremse einzusetzen, oder nach vorhergegangenem Andrücken des Zuges bei Anlauf des Zuges den Regler langsam in die Grundstellung zurückzuführen oder wenigstens in seiner Stellung zu belassen und erst nach Einhängen des Zuges in das Seil auf größere Geschwindigkeit zu steuern usw. Interessant dürfte fernerhin (wie auch aus Abb. 2 ersichtlich) die besonders im Sommer sehr häufige Beobachtung sein, daß, obwohl sich der Zug beim Lösen der Bremsen in das Seil eingehängt hat, er beim Anfahren erst wieder angedrückt werden muß, bis er sich in Bewegung setzt. Diese Erscheinung dürfte darauf

zurückzuführen sein, daß bei großer Hitze der Ölfilm auf den Achsschenkel während des Stillstandes der Wagen zerreißt, so daß hohe Anlaufwiderstände entstehen.

Alle diese Fragen mußten systematisch erforscht werden, um auch die elektrischen Einrichtungen so auszubilden und

abzustimmen, daß die Steuerung der Anlage den betrieblichen Anforderungen in bezug auf Leistung und Sicherheit genügt. Daß dies gelungen ist, beweist die nunmehr länger als 1 Jahr währende Betriebsführung, die durch keinerlei Störungen mehr behindert war.

Das Seil im Eisenbahnbetrieb.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Bäsel, München.

Es entbehrt nicht einer gewissen historischen Gerechtigkeit, wenn das Seil auf dem Verschiebebahnhof Dresden-Friedrichstadt eine neuartige Anwendung gefunden hat, die mancherlei Aussichten für die Zukunft bietet. Denn für Dresden-Friedrichstadt hat Gläsel*) zum ersten Male den Gebrauch des Seiles vorgeschlagen und damit die neuzeitliche Verwendung des Seiles bei der Eisenbahn mit angebahnt. Allerdings sollte das Seil damals nicht zum Ablassen der Züge, sondern zu ihrem Heraufholen auf dem Schlepplgleis dienen.

Jener Vorschlag gibt Anlaß zu einigen rück- und vorschauenden Betrachtungen. Bekanntlich war das Seil in den Kinderjahren der Eisenbahnen den Ingenieuren ein ganz geläufiges Hilfsmittel, namentlich für Steilrampen, und es wurde auf der Schnellzugstrecke Erkrath—Hochdahl noch bis 1926 benutzt; es ist aus Gründen, die nicht mit dem Seil zusammenhängen, verschwunden. Wir haben aber allen Anlaß, uns von neuem mit ihm zu beschäftigen.

Der wichtigste Grund, der immer für das Seil als ortsfestes Zugmittel angeführt wurde und noch angeführt wird, ist die Ersparnis an toter Last gegenüber dem ortsbeweglichen Zugmittel. Das stimmt für starke Steigungen durchaus. Schon bei etwa 1:20 ist das Seil ernstlich in Betracht zu ziehen und bei 1:10 und darüber ist es schwerlich durch ein anderes Zugmittel wirtschaftlich zu ersetzen. Für Kleinbahnen im Hügelland und im Gebirge und verwandte Aufgaben ergeben sich dadurch verkehrstechnisch wichtige Möglichkeiten der Linienführung**). Die Oberweißbacher Bergbahn***) beruhte auf solchen Gedankengängen; sie hat in siebenjährigem einwandfreien Betrieb den Beweis ihrer Zweckmäßigkeit erbracht; sie hat sich auch, was bemerkenswert ist, durch die Eigenart ihres Betriebs — häufige Fahrten in kleinen Einheiten, Unabhängigkeit von Schneefall — des an sich dort sehr gefährlichen Wettbewerbs des Kraftwagens erfolgreich erwehrt. Verschiedene Entwürfe für Kleinbahnen auf ähnlicher Grundlage kamen zunächst aus anderen Gründen nicht zur Ausführung; doch sind die guten Erfahrungen in Oberweißbach für die Dresdener Anlage mitbestimmend gewesen.

Da bei den Hauptbahnen im allgemeinen viel flachere Steigungen vorkommen als die oben genannten, spielt bei ihnen die Rücksicht auf Ersparnis an totem Gewicht keine Rolle. Ein Überschlag lehrt das schnell. Nehmen wir an, daß eine Abdrücklokomotive auf waagerechten Gleisen 10 t Pufferdruck aufzubringen habe, und zwar bei einer sehr geringen Geschwindigkeit; dann erhält der Motor — etwa ein von einer Oberleitung gespeister Elektromotor — recht bescheidene Abmessungen und die Maschine müßte, um das nötige Reibungsgewicht von etwa 50 t zu erzielen, 20 t Ballast erhalten. Diese haben bei einem Bahnwiderstand von $3\frac{0}{100}$ einen Widerstand von 60 kg und verbrauchen daher nur $\frac{60}{10000} = 0,6\%$ der Leistung. Ein Seiltrieb würde bei einem

Wirkungsgrad von 50% eine Reibleistung von 100% der Nutzleistung aufzubringen haben. Nun wäre hier wohl zu berücksichtigen, daß Lokomotiven von einem so außergewöhnlichen Verhältnis zwischen Zugkraft und Geschwindigkeit, ähnlich wie der Seiltrieb selbst, eine starke Übersetzung ins Langsame verlangen, die auch Leistung verbraucht, und daß andererseits auch Seiltriebe mit wesentlich günstigeren Verhältnissen nicht unmöglich sind. Dem steht freilich wieder gegenüber, daß der Lokomotivbauer das Bedürfnis nach Ballast fast immer gern benutzen wird, um der Maschine sonstige Eigenschaften zu verleihen, z. B. die, sie durch eine Speicherbatterie weithin freizügig zu machen. Jedenfalls bleibt bestehen, daß man gewöhnlich geneigt ist, die Wirkung der toten Last zu über- und den Reibverlust eines Seiltriebes zu unterschätzen.

Es sind deshalb andere Gründe, die im gewöhnlichen Eisenbahnwesen zum Seil führen, das ist vor allem der, daß ein ortsfester Antrieb leicht aus der Ferne zu steuern ist, und der, daß ein Seil als Zugmittel das Gleis nicht belegt. In vielen Fällen gilt auch, daß eine nicht zu große Zugkraft bei nicht zu großer Erstreckung kaum einfacher zu übertragen ist, als durch ein unmittelbares Zugorgan, das heißt durch ein Seil, während eine ortsbewegliche Maschine Zufuhr der Leistung oder deren örtliche Aufbringung verlangt; das macht in kleinen Räumen häufig Schwierigkeiten. Ausländische Bahnen, namentlich englische und französische, arbeiten im Verschubdienst noch heute in großem Umfange mit dem Seil, und zwar vornehmlich mit Spills und Hanfseilen.

Soweit der Gesichtspunkt der Fernsteuerung in Frage kommt, steht das Seil in Wettbewerb mit der ferngesteuerten Lokomotive. Es war schon zu Beginn der Entwicklung der Rangiertechnik klar, daß die heutige Technik die Möglichkeit zu dieser bietet; am einfachsten löst diese Aufgabe eine geeignet geschaltete elektrische Lokomotive mit Oberleitung, wobei in der Oberleitung von außen her die Spannung verändert wird. Nur da, wo die Heranführung der Lokomotive Schwierigkeiten macht, wo der zweite erwähnte Vorteil des Seiles, das Nichtbelegen des Gleises, wichtig ist, und wo nur wenige Gleise auszurüsten sind, so daß der Kapitaldienst der ortsfesten Anlagen gegenüber dem freizügigen Schiebezeug tragbar wird, ist die Überlegenheit des Seiles gegeben. Auf diesen Umständen beruht zum guten Teil die Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit der von Frohne vorgeschlagenen und durchgeführten Dresdener Anlage.

Der Seiltrieb in Dresden-Friedrichstadt ist nahe verwandt mit den Vorschlägen, die Derikartz entwickelt hat. Der hauptsächlichste, allerdings sehr wesentliche Unterschied besteht darin, daß der Derikartz-Antrieb treiben sollte, während das Seil in Dresden-Friedrichstadt fast ausschließlich bremst. Was das für die Anlagekosten bedeutet, wird aus obigem klar; bei 50% Wirkungsgrad und gegebener Kraft am Zughaken verhalten sich die notwendigen Motorgrößen beim Bremsen und Treiben wie eins zu vier. Auch dieser Umstand ist in Dresden mitentscheidend für die Wirtschaftlichkeit. Daß andererseits der Seiltrieb auf fallenden Gleisen in Wettbewerb mit der Zulaufbremse steht, ist bekannt.

Bei allen Seiltrieben im gewöhnlichen Eisenbahnwesen bildet die Verbindung mit dem Zug eine besondere

*) „Das Seil als Triebkraftvermittler im Eisenbahnwesen.“ Doktorarbeit 1916, R. Noske, Borna-Leipzig.

**) Z. d. V. D. E. V. 1923, Nr. 24 und Verkehrstechn. Woche 1924, Heft 37.

***) Siehe Verkehrstechnik 1921, Nr. 11 und Verkehrstechn. Woche 1923, Heft 27/28 und 28/30.

Schwierigkeit, wenn in diesem nicht besondere, mit tief herabreichenden Seilgreifern ausgerüstete Fahrzeuge vorhanden sind. Für kleinere Seilkräfte bieten die Flanken der Eisenbahnwagen genügend Angriffspunkte; für große Kräfte kommt nur der Angriff am Zughaken oder, durch Vermittlung eines Druckwagens, an den Puffern in Frage. Hängt man am Zughaken an, so wird das einfache Seil auf große Länge von der Bahn abgehoben. Bei offenem, nur in einer Richtung ziehenden Seil und geradem Gleis kann man dies zulassen, wie es in Erkrath geschah. Gerade Gleise erleichtern deshalb Seiltriebe im gewöhnlichen Eisenbahnwesen ungemein. In Dresden war eine der schwierigsten Überlegungen, ob — bei gekrümmten Gleisen und wechselnder Krafrichtung — Führung und Niederhaltung des Seiles ohne Hilfsbahn möglich sei. Die Antwort lautete bejahend; doch schien die Hilfsbahn für den ersten Versuch und solange die Wirtschaftlichkeit nicht berührt wurde, der Einfachheit und Sicherheit wegen unbedingt den Vorzug zu verdienen. Auch dann beanspruchte das Kuppelgeschirr noch eingehende Überlegung, weil es in unbenutztem Zustande in jeder Stellung profilfrei sein sollte; die Aufgabe wurde von Dietrich mittelst des aufstellbaren, durch den Seilzug geleichterten Stoßbaumes vorbildlich gelöst. Auch hierin hat die Dresdener Anlage einen Vorsprung vor dem Derikartz-Antrieb in der bisherigen Form, da dessen Hilfswagen nur am Anfang des Gleises versenkbar, d. h. profilfrei ist.

Kann man die Dresdener Erfahrungen verwenden, um den Derikartzschen Antrieb weiterzuentwickeln? Größere Druckkräfte machen zwar einigé, jedoch nicht übermäßige Schwierigkeiten wegen der Knicksicherheit von Stoßbaum und Zugstange des Bahnwagens; diese wird man entlasten müssen, indem man zwischen Zughakenkopf und Pufferbohle eine Gabel einschiebt. Besser ist es, wenn man, wie es inzwischen in Chemnitz geschehen ist, einen auflapptbaren, an den Puffern schiebenden Druckwagen anwendet. Dann blieben nur die andern, mehr grundsätzlichen Rücksichten, die die Verwendung von Druckantrieben voraussichtlich begrenzen und sie dem um so stärkeren Wettbewerb der ferngesteuerten Lokomotive aussetzen.

In Dresden-Friedrichstadt wurden schon die Erfahrungen verwertet, die die neuzeitlichen Schwebbahnen für Personenverkehr der Seiltechnik gegeben haben. Sie gipfeln in der Erkenntnis, daß die Biegung für das Seil bei weitem das schädlichste, die Zugbeanspruchung hingegen viel weniger zu fürchten ist, daß also dünne hochbeanspruchte Seile viel länger halten und letzten Endes sicherer sind, als dicke schwachbeanspruchte. Während man früher statische Sicherheiten von acht bis zehn verlangte, geht man heute nur auf vier bis fünf. Da die Kosten einer Seilanlage mit der Vergrößerung des Seildurchmessers in schneller Potenz steigen, ist diese Entwicklung für die ganze Seiltechnik von größter Bedeutung. Mit dem Herabsetzen der Sicherheit sinkt freilich auch das Arbeitsvermögen des Seiles für Stoßbeanspruchungen sehr schnell. In Dresden standen auf beiden Seiten des Seiles große Massen, Züge von 1000 t und ein Antrieb von einigen hundert Tonnen. Über die mögliche Größe des Schlappseiles und der Stöße, die auftreten, wenn sich der Zug ins Seil hängt, war nichts Sicheres bekannt. Der Rückblick auf den 80jährigen ungestörten Betrieb in Erkrath-Hochdahl, wo die 3 km entfernte Seil Lokomotive bei häufigem Schlappseil und Fehlen unmittelbarer Verständigung anziehen mußte, schien genügend Sicherheit zu bieten. Diese Hoffnung trog; die kurzen Seilängen, die bis auf 50 m heruntergehen, erhöhten offenbar zusammen mit der starken Ausnutzung des Zugquerschnitts die Stoßgefahr so sehr, daß öfters Seilpeitschen und schließlich ein Seilbruch auftrat. Genauere Berechnungen und Messungen, die an der fertigen Anlage möglich waren, schafften hier Klarheit und die Gewißheit, daß mit dem nachträglich eingebauten Federwagen und, wenn dies nicht reichen sollte,

mit weiteren anderen Mitteln die Gefahr zu bannen ist. Zugleich führten sie aber auch zu der Erkenntnis, daß nur genaue rechnerische Verfolgung der Stoßschwingungen die Gewähr dafür bietet, diese Mittel so zu bemessen, daß sie nützlich und nicht schädlich wirken.

Eine Aufgabe besonderer Art, die nur das Seil in gleich einfacher und vollkommener Art zu lösen befähigt, ist die Abstandshaltung einzeln laufender Wagen in der Gefahrzone, wie sie im zwangläufigen Ablauf, bisher nur versuchsweise, verwirklicht ist. Sie bringt die Arbeit eines Ablaufkopfes der „Bandarbeit“ nahe. Die Vorteile, die sich daraus ergeben, hat kürzlich Garbers treffend beleuchtet*); er hat zugleich durch den Vorschlag, magnetische Kupplung zwischen Hilfswagen und Eisenbahnwagen anzuwenden, einen neuen Weg zur Lösung dieser Frage angebahnt.

Eine Aufgabe, für die sich das Seil wegen der eingangs genannten Eigenschaften besonders zu eignen scheint, ist das Zusammenholen oder Beidrücken der Wagen in den Richtungsgleisen. Ein Lösungsversuch in dieser Richtung ist — neben manchen anderen Vorschlägen, die noch nicht zur Verwirklichung geführt haben — die gleisfreie Rangierwinde in München Ost. Sie hat jedoch den beim Entwurf unterschätzten und trotz aller Verbesserungen nicht genügend beseitigten Nachteil, daß das Ausziehen des Seiles eine erhebliche Kraft verlangt. Die Winde wird deshalb nur als Aushilfsmittel benutzt. Es ist beabsichtigt, sie so umzubauen, daß das Zugseil auch zwischen den Gleisen von einem Hilfsseil ausgezogen wird.

Das Seil steht auch bei dieser Aufgabe in Wettbewerb mit den ortsbeweglichen Zugmitteln, hier den Schleppern. Sie haben in Frankreich als gleislose Fahrzeuge und bei der Deutschen Reichsbahn in Magdeburg-Rothensee, nach Leibbrands Vorschlag, als Gleisfahrzeuge zu gewichtigen Erfolgen geführt.

Der Betrieb pflegt an die Beidrückmittel, sei es Seil oder Schlepper, erfahrungsgemäß sofort eine weitere Anforderung zu stellen: Sie sollen die Wagen nicht nur in den Richtungsgleisen weiterbringen, sondern auch in der Weichenzone, wenn sie nämlich vorzeitig stehen geblieben sind. Das letztere ist nun freilich eigentlich eine Aufgabe der richtigen Gefällsbemessung am Ablaufberg; immerhin kann man sich der Forderung praktisch nicht entziehen. Die Weichenzone ist für Beidrückmittel der bisherigen Art nicht ohne weiteres erreichbar; angestrebt wird es durch vorher verlegte, unterirdisch oder oberirdisch geführte Verlängerungsseile, die im Bedarfsfall an das Zugmittel angehängt werden. Das ist nur ein Notbehelf. Bei dem geplanten Umbau der gleisfreien Rangierwinde in München Ost ist berücksichtigt, das Hilfsseil auch an den Mutterstraßen entlang zu führen, und zwar nach Art der bekannten, in Anschlußgleisen viel verbreiteten Seilschloßförderungen, oder in ähnlicher Weise. Das Hilfsseil ist kräftig genug, einen einzelnen stehen gebliebenen Wagen weiterzuziehen, und zwar sofort ohne umständliche Handreichungen.

Nach den bisherigen Ermittlungen erfordert eine so erweiterte Seilanlage nur etwa die halben Anlagekosten eines Schienenschleppers, vermeidet die auf manchen Bahnhöfen nicht unbedenklichen schienengleichen Kreuzungen, hat größere Arbeitsgeschwindigkeit, da das Seil nicht, wie der Schlepper, die Gleise umfahren muß, sondern sie unterfährt, und löst befriedigend die Frage der Nothilfe in den Mutterstraßen; sie ist jedoch auch in der umgebauten Form nicht so bequem wie ein Schlepper, bei dem die Mannschaft mitfährt, und bedarf vielleicht größerer Unterhaltung. Jedenfalls sehen die Seiltechniker dem Wettlauf mit dem Schlepper mit Zuversicht entgegen.

*) Siehe Tetzlaff, Glasers Annalen 1929, Nr. 1238, Band 104, Heft 2.